

CLAUDETE MASSUCHIN PERCEBON

**INFLUÊNCIA DE PROCESSOS NATURAIS E TECNOGÊNICOS NA
QUALIDADE DE ÁGUAS SUPERFICIAIS DE BLUMENAU-SC**

Dissertação apresentada como requisito parcial á obtenção do grau de Mestre em Geologia Ambiental, área de concentração: Geologia Ambiental, Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. André Virmond
Lima Bittencourt

Co-Orientador: Prof. Dr. Emani F. da
Rosa Filho

CURITIBA


2003

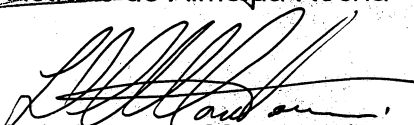
TERMO DE APROVAÇÃO


Claudete Massuchin Percebon

“INFLUÊNCIA DE PROCESSOS NATURAIS E
TECNOGÊNICOS NA QUALIDADE DE ÁGUAS
SUPERFICIAIS DE BLUMENAU-SC.”

Dissertação de Mestrado aprovada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em
Geologia, área de concentração em Geologia Ambiental, da
Universidade Federal do Paraná, Comissão formada por:


Professor Doutor Aristides de Almeida Rocha - USP


Professor Doutor Luiz Eduardo Mantovani - UFPR


Professor Doutor André Virmond Lima Bittencourt - UFPR
Presidente

Curitiba, 07 de agosto de 2003.

“Tu visitas a terra e a regas;Tu a enriqueces copiosamente; os ribeiros de Deus são abundantes de água; preparas o cereal, porque para isso a dispões, regando-lhe os sulcos, aplainando-lhe as leivas....” (BÍBLIA, 1969).

DEDICATÓRIA

**Ao Senhor, dono de..., e de todos
os rios,...e de todos nós.**

**Ao meu marido, Luiz Carlos,
aos meus filhos, Daniel e Leandro,
a minha irmã Rosalina.**

AGRADECIMENTOS

Desenvolver um estudo sobre inúmeros rios de um município inteiro não é tarefa de apenas uma pessoa. São talvez dezenas de indivíduos participantes realizando desde pequenas tarefas, como o senhor que, abrindo a porteira, permitiu coletar água daquele ribeirão, ali tão distante; ou aquele profissional de grande conhecimento que dedica momentos preciosos tentando desvendar um aspecto geológico específico de uma área. Esse trabalho somente foi possível com a ajuda de todos eles. Tem ainda a infra-estrutura, tão importante para que as coisas fluam, o incentivo, o apoio que só a família, os amigos e os professores podem dar. Gostaria de agradecer imensamente a todos, que direta e indiretamente, me auxiliaram nessa empreitada. Assim:

- a) sou grata a meu esposo e a meus filhos por sempre estarem me dando o apoio e o ânimo necessários, também a minha irmã Rosalina e meu cunhado Redovino que me acolheram, para que, mesmo distante de minha cidade, eu me sentisse em casa;
- b) ao professor André Virmond Lima Bittencourt pela ajuda e apoio indispensáveis à concretização desse trabalho, como mestre, orientador e amigo;
- c) aos demais professores, funcionários e amigos do Curso de Pós-graduação do Departamento de Geologia da UFPR e, também, aos funcionários da Biblioteca da UFPR, todos sempre solícitos e prestimosos;
- d) aos diretores e funcionários da Fundação Municipal do Meio Ambiente – FAEMA, em especial a Rosalene, ao Antonio, a Márcia, a Eliane e aos demais colegas e amigos, que colaboraram na realização dessa pesquisa;
- e) aos diretores, responsáveis de setor, e funcionários dos laboratórios do Serviço Nacional de Aprendizado Industrial - SENAI e do Serviço Autônomo Municipal de Águas de Blumenau – SAMAE, responsáveis pelas análises de mais de 4000 amostras das águas dos rios, que compõe a base desse estudo;
- f) ao meu professor de geoprocessamento: Juliano Enrique Dias, pela orientação no preparo dos mapas aqui mostrados;

- g) a Empresa de Pesquisas Agropecuária e Difusão Tecnológica de Santa Catarina - EPAGRI, nas pessoas do Sr. Rainer do escritório regional de Blumenau e ao Dr. Valdemar Hercílio Freitas, de Florianópolis pelas informações agronômicas e dos solos da região de Blumenau;
- h) aos funcionários da estação meteorológica do Instituto de Pesquisas Ambientais – IPA, da Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB, pela ajuda nos dados climatológicos cedidos;
- i) ao IBGE, especialmente ao Dr. João Paulo, do escritório regional de Blumenau, pelas informações demográficas cedidas.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	v
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	xiv
LISTA DE SIGLAS.....	xvi
LISTA DE SÍMBOLOS.....	xvii
RESUMO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo Geral.....	4
1.2.2 Objetivos Paralelos.....	4
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
2.1 MATERIAL CARTOGRÁFICO.....	6
2.2 MATERIAL DE APOIO E LOGÍSTICA.....	6
2.3 MATERIAL DE COLETA E ANÁLISES.....	7
2.4 INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA.....	9
2.5 ORDENAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS.....	9
2.5.1 Seleção e Tabelamento de Dados.....	9
2.5.2 Correlação Entre Parâmetros.....	11
2.5.3 Definição do Grau de Qualidade dos Rios Estudados.....	11
3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	13
3.1 LOCALIZAÇÃO.....	13
3.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	14
3.2.1 Clima.....	14
3.2.2 Temperatura.....	14
3.2.3 Precipitação.....	17
3.2.4 Ventos.....	19
3.3 SOLOS.....	20
3.4 GEOLOGIA.....	24
3.5 GEOMORFOLOGIA.....	27
3.6 RELEVO E HIPSOMETRIA.....	28
3.7 VEGETAÇÃO.....	28
3.8 HIDROGRAFIA.....	30
3.9 URBANIZAÇÃO.....	33
3.10 ATIVIDADES ECONÔMICAS.....	34
4 RIOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO E SUAS CARACTERÍSTICAS	36
4.1 RIO GARCIA.....	36
4.1.1 Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	36
4.1.2 Características da Bacia.....	39

4.1.2.1	Densidade populacional.....	39
4.1.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	41
4.1.2.3	Atividades econômicas potencialmente poluentes.....	42
4.2	RIO FORTALEZA.....	43
4.2.1	Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	43
4.2.2	Características da Bacia.....	46
4.2.2.1	Densidade populacional.....	46
4.2.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	46
4.2.2.3	Atividades econômicas potencialmente poluentes.....	47
4.3	RIO ITOUPAVA.....	47
4.3.1	Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	47
4.3.2	Características da Bacia.....	49
4.3.2.1	Densidade populacional.....	49
4.3.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	51
4.3.2.3	Atividades econômicas potencialmente.....	52
4.4	RIO DA VELHA.....	52
4.4.1	Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	52
4.4.2	Características da Bacia.....	54
4.4.2.1	Densidade populacional.....	54
4.4.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	55
4.4.2.3	Atividades econômicas potencialmente.....	56
4.5	RIO ITAJAÍ-AÇÚ.....	58
4.5.1	Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	58
4.5.2	Características da Bacia.....	59
4.5.2.1	Densidade populacional.....	59
4.5.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	61
4.5.2.3	Atividades econômicas potencialmente.....	62
4.6	RIO DO TESTO.....	63
4.6.1	Localização do Rio e Pontos de Coleta.....	63
4.6.2	Características da Bacia.....	63
4.6.2.1	Densidade populacional.....	63
4.6.2.2	Aspectos fisiográficos da bacia.....	64
4.6.2.3	Atividades econômicas potencialmente.....	66
5	PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS ANALISADOS.....	67
5.1	PARÂMETROS FÍSICOS ANALISADOS.....	67
5.1.1	Temperatura.....	67
5.1.1.1	Considerações Gerais.....	67
5.1.1.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	68
5.1.1.3	Temperatura x Legislação.....	71
5.1.2	Cor.....	71
5.1.2.1	Considerações Gerais.....	71
5.1.2.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	72
5.1.2.3	Cor x Legislação.....	73
5.1.3	Turbidez.....	74
5.1.3.1	Considerações Gerais.....	74
5.1.3.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	75

5.1.3.3	Turbidez x Legislação.....	76
5.1.4	Sólidos Totais.....	76
5.1.4.1	Considerações Gerais.....	76
5.1.4.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	77
5.1.4.3	Sólidos Totais x Legislação.....	78
5.1.5	Condutividade.....	79
5.1.5.1	Considerações Gerais.....	79
5.1.5.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	79
5.1.5.3	Condutividade x Legislação.....	80
5.2	PARÂMETROS QUÍMICOS ANALISADOS.....	81
5.2.1	pH.....	81
5.2.1.1	Considerações Gerais.....	81
5.2.1.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	81
5.2.1.3	pH x Legislação.....	84
5.2.2	Oxigênio Dissolvido.....	85
5.2.2.1	Considerações Gerais.....	85
5.2.2.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	85
5.2.2.3	Oxigênio Dissolvido x Legislação.....	87
5.2.3	Cloreto.....	88
5.2.3.1	Considerações Gerais.....	88
5.2.3.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	89
5.2.3.3	Cloreto x Legislação.....	91
5.2.4	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	91
5.2.4.1	Considerações Gerais.....	91
5.2.4.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	92
5.2.4.3	DBO x Legislação.....	93
5.2.5	Demanda Química de Oxigênio.....	94
5.2.5.1	Considerações Gerais.....	94
5.2.5.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	94
5.2.5.3	DQO x Legislação.....	95
5.2.6	Nitrogênio Total.....	95
5.2.6.1	Considerações Gerais.....	95
5.2.6.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	96
5.2.6.3	Nitrogênio Total x Legislação.....	98
5.2.7	Fósforo Total.....	98
5.2.7.1	Considerações Gerais.....	98
5.2.7.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	98
5.2.7.3	Fósforo Total x Legislação.....	100
5.3	PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	100
5.3.1	Coliformes Totais.....	100
5.3.1.1	Considerações Gerais.....	100
5.3.1.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	101
5.3.1.3	Coliformes Totais x Legislação.....	102
5.3.2	Coliformes Fecais.....	103
5.3.2.1	Considerações Gerais.....	103
5.3.2.2	Fatores relevantes envolvendo o parâmetro.....	104
5.3.2.3	Coliformes Fecais x Legislação.....	104

6	AVALIAÇÃO GERAL DOS PARÂMETROS ANALISADOS.....	106
6.1	RESULTADOS.....	106
6.1.1	Temperatura das Águas.....	106
6.1.2	Temperatura ambiente junto aos pontos de coleta.....	106
6.1.3	Cor.....	110
6.1.4	Turbidez.....	112
6.1.5	Sólidos Totais.....	114
6.1.6	Condutividade.....	116
6.1.7	pH.....	118
6.1.8	Oxigênio Dissolvido.....	120
6.1.9	Cloretos.....	122
6.1.10	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	124
6.1.11	Demanda Química de Oxigênio.....	124
6.1.12	Nitrogênio Total.....	124
6.1.13	Fósforo Total.....	129
6.1.14	Resultados de Coliformes.....	129
6.2	CORRELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS.....	135
6.2.1	Temperaturas.....	135
6.2.2	Cor.....	136
6.2.3	Turbidez.....	137
6.2.4	Sólidos Totais.....	137
6.2.5	Condutividade.....	137
6.2.6	pH.....	138
6.2.7	Oxigênio Dissolvido.....	138
6.2.8	Cloretos.....	138
6.2.9	Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	139
6.2.10	Demanda Química de Oxigênio.....	139
6.2.11	Nitrogênio Total.....	139
6.2.12	Fósforo Total.....	140
6.2.13	Coliformes.....	140
6.3	ÍNDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS.....	141
7	ASPECTOS CONCLUSIVOS E RECOMENDAÇÕES.....	142
7.1	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E VULNERABILIDADE DOS RIOS ESTUDADOS	142
7.1.1	Rio Garcia.....	142
7.1.2	Rio Fortaleza.....	143
7.1.3	Rio Itoupava.....	144
7.1.4	Rio da Velha.....	144
7.1.5	Rio Itajaí-Açú.....	146
7.1.6	Rio do Testo.....	149
7.2	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	149
7.2.1	Conclusões.....	149
7.2.2	Recomendações.....	156
	REFERÊNCIAS.....	158

APÊNDICE 1 - TABELAS DE CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS ANALISADOS.....	164
APÊNDICE 2 - MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA ÁGUA POR SISTEMA DE PONDERAÇÃO.....	173
APÊNDICE 3 - TABELAS DE INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS DE BLUMENAU.....	176
ANEXO - CLASSIFICAÇÃO DE VENTOS CONFORME ESCALA DE BEAUFORT.....	181

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PARÂMETROS ANALISADOS E PROCEDIMENTO DE ANÁLISE.....	10
TABELA 2 - TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE EM BLUMENAU NO PERÍODO DE MAIO DE 2000 A SETEMBRO DE 2002.....	15
TABELA 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DE TEMPERATURA DE UM PERÍODO DE 58 ANOS DE OBSERVAÇÕES E DO PERÍODO DO ESTUDO.....	17
TABELA 4 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE SOLOS DE BLUMENAU –SC.....	21
TABELA 5 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO GARCIA.....	37
TABELA 6 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO GARCIA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS.....	42
TABELA 7 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO FORTALEZA.....	44
TABELA 8 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO ITROUPAVA.....	48
TABELA 9 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO ITROUPAVA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS.....	52
TABELA 10 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO DA VELHA.....	53
TABELA 11 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO DA VELHA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS.....	58
TABELA 12 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO ITAJAÍ-AÇÚ.....	59
TABELA 13 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ, NO SEU TRECHO DENTRO DE BLUMENAU, E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS.....	62
TABELA 14 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE ÁGUA NO RIO TESTO.....	64
TABELA 15 - TEORES DE CLORETOS EM ÁGUAS DE RIOS SEGUNDO VÁRIOS AUTORES.....	90
TABELA 16 - VALORES DE TEMPERATURA DAS ÁGUAS DOS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (°C).....	107
TABELA 17 - VALORES DE TEMPERATURA AMBIENTE JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS RIOS DE BLUMENAU (°C).....	108
TABELA 18 - VALORES DE COR DOS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (Unid. PT/Co).....	111
TABELA 19 - VALORES DE TURBIDEZ DOS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (UNT).....	113
TABELA 20 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DOS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	115
TABELA 21 - VALORES DE CONDUTIVIDADE DOS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (µS/cm).....	117
TABELA 22 - VALORES DE pH DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	119
TABELA 23 - VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	121
TABELA 24 - VALORES DE CLORETOS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	123
TABELA 25 - VALORES DE DBO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	125
TABELA 26 - VALORES DE DQO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	127
TABELA 27 - VALORES DE NITROGÊNIO TOTAL DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	128
TABELA 28 - VALORES DE FÓSFORO TOTAL DOS PRINCIPAIS RIOS DE	

	BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA(mg/L).....	130
TABELA 29 -	VALORES DE COLIFORMES TOTAIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	132
TABELA 30 -	VALORES DE COLIFORMES FECALIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L).....	133
TABELA 31-	CORRELAÇÃO DOS VALORES MÉDIOS DE TODOS OS PARÂMETROS.....	135
TABELA 32 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM COLIFORMES TOTAIS.....	165
TABELA 33 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A COR.....	165
TABELA 34 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM CLORETOS.....	168
TABELA 35 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM COLIFORMES FECALIS.....	166
TABELA 36 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM OD.....	167
TABELA 37 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A CONDUTIVIDADE.....	167
TABELA 38 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM DBO.....	168
TABELA 39 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM DQO.....	168
TABELA 40 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM FÓSFORO TOTAL....	169
TABELA 41-	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM NITROGÊNIO TOTAL.....	169
TABELA 42 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM SÓLIDOS TOTAIS....	170
TABELA 43 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM TURBIDEZ.....	170
TABELA 44 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM TEMPERATURA DA ÁGUA.....	171
TABELA 45 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A TEMPERATURA AMBIENTE.....	171
TABELA 46 -	CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM pH.....	172
TABELA 47 -	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLU- MENAU E SEUS PONTOS DE COLETA.....	141
TABELA 48 -	COMPARAÇÃO ENTRE O NÍVEL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO TEÓRI- CO PARA OS RIOS DE BLUMENAU E AS MÉDIAS REAIS OBTIDAS.....	152
TABELA 49 -	AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA ÁGUA POR SISTEMA DE PONDERAÇÃO.....	174
TABELA 50 -	ANÁLISE DE CULTURAS DE BLUMENAU – SC.....	177
TABELA 51 -	PRINCIPAIS FUNGICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU –SC.....	178
TABELA 52 -	PRINCIPAIS INSETICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU - SC.....	179
TABELA 53-	PRINCIPAIS HERBICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU. - SC.....	180

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - KIT PARA ANÁLISES EM CAMPO MODELO BERNAHUE	08
AQUACULTURA.....	13
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	
FIGURA 3 - TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE EM BLUMENAU - MAI 2000	16
- SET 2002 (°C).....	
FIGURA 4 - VALORES DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA EM BLUMENAU - MAIO 2000 – SET.	18
- 2002 (mm).....	19
FIGURA 5 - PREDOMINÂNCIA DE VENTOS EM BLUMENAU - MAIO - 2000 – SET 2002	23
FIGURA 6 - MAPA DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU -SC.....	25
FIGURA 7 - MAPA GEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU – SC.....	
FIGURA 8 - FOTO MOSTRANDO ÁREA DE RISCO JUNTO AO PONTO DE COLETA DE	26
AMOSTRAS (P2) DO RIO GARCIA EM BLUMENAU-SC.....	29
FIGURA 9 - MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU - SC	
FIGURA 10 - MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU	31
- SC.....	
FIGURA 11- MAPA HIDROGRÁFICO COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	32
DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU – SC.....	35
FIGURA 12 - MAPA DAS PRINCIPAIS ATIVIDADES ECONÔMICAS DE BLUMENAU – SC	37
FIGURA 13 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P1 DO RIO GARCIA.....	
FIGURA 14.- LOCAL DO PONTO DE COLETA P2, DO RIO GARCIA MOSTRANDO O	39
MOMENTO DA COLETA DA ÁGUA.....	39
FIGURA 15 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P3, DO RIO GARCIA	
FIGURA 16 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P4, DO RIO GARCIA, REGIÃO CENTRAL	40
DE BLUMENAU, ONDE SE OBSERVA A FOZ DO RIO E SEU ENCONTRO	44
COM O RIO ITAJAÍ-AÇÚ (LADO DIREITO DA FOTO).....	45
FIGURA 17 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P5, DO RIO FORTALEZA	45
FIGURA 18 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P6, DO RIO FORTALEZA.....	48
FIGURA 19 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P7, DO RIO FORTALEZA.....	49
FIGURA 20 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P8, DO RIO ITOUPAVA.....	
FIGURA 21 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P9, DO RIO ITOUPAVA.....	50
FIGURA 22 - LOCAL DO PONTO DE COLETA 10, DO RIO ITOUPAVA ONDE SE PODE	54
VER A COR INTENSA AMARELA DA ÁGUA EM FUNÇÃO DOS SÓLIDOS	56
CARREADOS.....	57
FIGURA 23 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P11, DO RIO DA VELHA.....	57
FIGURA 24 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P12, DO RIO DA VELHA.....	60
FIGURA 25 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P13, DO RIO DA VELHA.....	60
FIGURA 26 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P14, DO RIO DA VELHA.....	
FIGURA 27 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P15, DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ.....	65
FIGURA 28 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P16, DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ.....	65
FIGURA 29- LOCAL DO PONTO DE COLETA P17, DO RIO DO TESTO. AO LONGE NO	
CENTRO DA FOTO, PODE-SE VER ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BRITA....	109
FIGURA 30 - LOCAL DO PONTO DE COLETA 18 DO RIO DO TESTO.....	110
FIGURA 31 - GRÁFICO DAS TEMPERATURAS DA ÁGUA E AMBIENTE JUNTO AOS	112
PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU - SC.....	114
FIGURA 32 - VALORES MÉDIOS DE COR NOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU –SC	
(Unidade Pt/Co).....	
FIGURA 33 - VALORES MÉDIOS DA TURBIDEZ NOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU	
SC (UNT).....	
FIGURA 34 - VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS TOTAIS NOS PRINCIPAIS RIOS DE	
BLUMENAU – SC (mg/L).....	
FIGURA 35 - VALORES MÉDIOS DE CONDUTIVIDADE NOS PRINCIPAIS RIOS DE	

BLUMENAU - SC.....	116
FIGURA 36 - VALORES MÉDIOS DE pH DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU – SC.....	118
FIGURA 37 - VALORES MÉDIOS DE OD DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU – SC (mg/L).....	120
FIGURA 38 - VALORES MÉDIOS DE CLORETOS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU – SC (mg/L).....	122
FIGURA 39 - VALORES MÉDIOS DE DBO E DQO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUME- NAU – SC (mg/L).....	126
FIGURA 40 - VALORES MÉDIOS DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU – SC (mg/L).....	131
FIGURA 41 - VALORES MÉDIOS DE COLIFORMES TOTAIS COLIFORMES FECALIS JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU –SC (mg/L)	134
FIGURA 42 - ASPECTO DA ÁGUA NO RIO DA VELHA, O PONTO P12, MOSTRANDO O ESPELHAMENTO DEVIDO A PRESENÇA PROVÁVEL DE BACTERIAS FERRUGINOSAS E A COR MARROM/AMARELADA PELA ACENTUADA PRESENÇA DE OXIDOS DE FERRO.....	147

LISTA DE SÍGLAS

APHA	- American Public Health Association
APP	- Áreas de Proteção Permanente
AWWA	- American Water Works Association
COMITEITAJAI	- Comitê do Rio Itajaí Açu
DNPM	- Departamento Nacional de Produção Mineral
EPA	- United States Environmental Protection Agency
EPAGRI	- Empresa de Pesquisas Agropecuária e Difusão Tecnológica de Santa Catarina.
FAEMA	- Fundação Municipal do Meio Ambiente
FUNASA	- Fundação Nacional de Saúde
FURB	- Fundação Universidade Regional de Blumenau
IPA	- Instituto de Pesquisas Ambientais
IPPUB	- Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano de Blumenau
IQA	- Índice de Qualidade de Água
PMB	- Prefeitura Municipal de Blumenau
SAMAE	- Serviço Autônomo Municipal de Água
SEPLAN	- Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento
UNEP	- United Nations Environment Program
UNESCO	- United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization
WEF	- Water Environment Federation
WHO	- World Health Organization
ONGs	- Organizações Não-Governamentais

LISTA DE SÍMBOLOS

(Acc)	- Agricultura de culturas cíclicas e de menor porte
(A%)	- Percentagem de saturação do solo com Alumínio
DBO	- Demanda Bioquímica de Oxigênio.
DBO _{último}	- Ensaio de DBO que se desenvolve até um máximo de 6 meses
CTC	- Capacidade de troca de cátions
(Dm)	- Floresta montana
DQO	- Demanda química de oxigênio
(Ds)	- Floresta submontana
ETA/ ETAs	- Estação/estações de tratamento de água.
ETE/ ETES	- Estação/estações de tratamento de efluentes
MED/ MEDG	- Média/ média geral
Nt	- Nitrogenio Total
(%V)	- Percentagem de saturação de bases
OD	- Oxigênio Dissolvido
Pt	- Fósforo Total
ST	- Sólidos Totais
TAG/ TAMB	- Temperatura da água/ temperatura ambiente
(Tb)	- Argila de baixa atividade
UFC	- Unidade formadora de colônias.
UNT	- Unidade nefelométrica de Turbidez.
(Vss)	- Vegetação secundária sem palmeiras,

RESUMO

Esse é um estudo sobre a qualidade das águas superficiais de Blumenau – SC, desenvolvido dentro de um programa de amostragens e análises que se estendeu por 24 meses, entre junho de 2000 a agosto de 2002. Fazem parte dessa avaliação os principais rios desse Município, a saber: o trecho do Itajaí-Açú, que divide a cidade, e seus tributários. Na sua margem direita, o Garcia e o da Velha; e em sua margem esquerda: o do Testo, Itoupava e Fortaleza. Foram avaliados os resultados de 15 parâmetros físico-químicos diferentes, analisados nas águas desses rios. Fez-se o levantamento de informações da micro-região, como condições climáticas, topográficas, hidrográficas, geológicas, geomorfológicas, de uso do solo, do potencial poluidor das atividades econômicas locais, pedológicas e agropecuárias, entre outras. Foi confrontada a resposta de cada rio, segundo o resultado da qualidade de suas águas, aos fatores ambientais locais, esse foi um dos objetivos do presente estudo. O uso atual e futuro dessas águas superficiais, correspondentes à rede potamográfica estudada, seja para abastecimento público, seja com finalidades turísticas ou de preservação ambiental, foi a justificativa para o estudo. Como principais conclusões desse estudo tem-se: a temperatura se mostrou um parâmetro de controle muito importante na avaliação da qualidade das águas superficiais; a condutividade foi o parâmetro mais fiel à qualidade da águas; a presença de mata ciliar nos rios e cobertura vegetal nas micro-bacias estudadas se mostraram como fatores positivos na qualidade das águas; a chuva evidenciou arrastar nutrientes para os rios em áreas mais expostas; o substrato drenado apresentou significativa correlação com a presença de cor, baixo pH e sólidos totais em diferentes pontos estudados; a correlação entre os parâmetros é maior para águas de melhor qualidade; o método do IQA simplificado desenvolvido permitiu analisar a qualidade dos rios estudados. A metodologia desenvolvida nesse diagnóstico, os mapas elaborados, as informações compiladas e as conclusões aqui apontadas, poderão ser úteis nos trabalhos de monitoramento e preservação da qualidade dos rios da área, ou servirem de apoio a outras pesquisas ou estudos correlatos desenvolvidos na região.

Palavras-chave: Qualidade de Águas de Rios; Fatores Ambientais; Parâmetros Físicos, Químicos e Bacteriológicos.

ABSTRACT

This is a study about Blumenau's, Santa Catarina State, surface water quality, using a sampling and analyses program extended for twenty-four months. Including in this assessment the main streams of municipal district area, such: the Itajaí-Açú, on its portion, on the passage through Blumenau City, and its tributaries. On its right margin, the Garcia stream, and da Velha stream. On its left margin, the Testo stream, Itoupava stream and Fortaleza stream. Were evaluated fifteen physical-chemistry distinct parameters, developed on the waters from these streams. The micro-region knowledge like the climate conditions, the topography, the hydrology, the geology, the geomorphology, the soil use, the pollution potential from local economical and agricultural activities, and others aspects, was realized. The water quality answer to these subjects was pondered for each stream. It was developed a particular water quality index to evaluate the surface water studied. The head conclusions of this study was: the temperature was showed like a important control parameter on the superficial water evaluation; the parameter conductivity offers the better answer to the water quality; the riparian zone and basin vegetable coverage was positives aspects on superficial waters quality; the rain falls over exposed areas can to induce nutrients to the superficial waters; the answers of the subsurface drained on the streams waters can be watched in the pH, total solids and apparent color parameters; the best relationships between parameters was noted in the better quality waters; the simplified method of Water Quality Index allowed to define the studied streams quality. To know the local streams water quality and make the correlation with theirs environments is one of purposes of this work. The real and future use of regional surfaces waters was an apology of this study. The developed methodology used to this diagnosis, the maps elaborated, the data and conclusions here pointed, could be useful on the works to keeping and preserving regional waters rivers quality.

Key-words: River Water Quality; Environmental Assessments; Physics, Chemicals and Bacteriological Parameters.

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA

Historicamente os agrupamentos humanos sempre ocuparam áreas ribeirinhas, usando os corpos hídricos como fontes de água, alimento, prazer, beleza, energia, como hidrovias, fronteira e rotas comerciais. Eles também podem significar desde barreiras protetoras, como outrora, até fonte de riscos significativos pelas cheias que provocam

Inexoravelmente, o cultivo de grandes áreas, e o crescimento das cidades, afetam os rios que as atravessam, piorando-lhes a qualidade, alterando-lhes a vazão, mudando seus cursos e seus meios. O homem se apropria de seus aluviões e dizima suas matas ciliares, ao mesmo tempo em que a capta suas águas, das quais, utopicamente, exige que sejam da melhor qualidade. Essa ocupação ribeirinha, esse “progresso”, é como um paradigma onde a riqueza que um rio ajuda a produzir é usada, muitas vezes, para degradá-lo.

Em relação ao geoambiente os rios são fundamentais para o ciclo hidrológico ao conduzir bilhões de toneladas de material particulado sedimentável e sais para os oceanos.

A importância da água, sua demanda, as tecnologias e formas de sua exploração, evoluíram junto com a própria humanidade. Por outro lado, ao longo da história a água foi motivo de muitas guerras e poder entre os povos, e ao que tudo indica, o futuro não se mostra diferente. As águas dos rios, pela disponibilidade e facilidade de captação, são ainda a forma mais utilizada de apropriação desse recurso mineral. Mas, infelizmente o mesmo canal que transporta água, pode receber e transportar resíduos e há casos em que já não há distinção entre ambos. Torna-se, pois, gritante a necessidade de proteção dos recursos hídricos superficiais, seja preservando aqueles ainda em bom estado, seja fazendo o possível para evitar o agravamento daqueles já comprometidos ambientalmente. Para tanto são cada vez mais importantes os estudos baseados em análises bio-físico-químicas, ou levantamentos regionais que possam evidenciar o grau de qualidade das águas superficiais ou os fatores ligados as condições exibidas pelas mesmas.

Quase toda a água potável servida à população da cidade de Blumenau é captada dos rios que drenam a área do município, que é tratada em Estações de

Tratamento de Água - ETAs do tipo convencional. São duas estações (ETA-1 e ETA-2) abastecidas pelas águas do rio Itajaí-Açú e a estação (ETA-3) pelo rio Garcia. Apenas ao norte do município é utilizada uma fonte pertencente à bacia do rio Itoupava, cujas águas são tratadas na estação ETA-4. As indústrias lançam os efluentes tratados nos rios. Entretanto, mesmo que esses já tenham passado por Estações de Tratamento de Efluentes - ETEs, acabam carreando uma carga significativa de sais para os corpos receptores. Quanto aos efluentes sanitários, apenas uma pequena parcela dos mesmos passa por sistema de fossa e filtro antes de ser descartada na rede de esgotos. Nessas condições a carga poluente lançada aos rios afluentes do rio Itajaí-Açú ou, diretamente, ao próprio, pelos despejos domésticos, é tão, ou mais, significativa quanto àquela devida aos efluentes industriais. Como Blumenau é a maior cidade da região do Vale do Itajaí ela aparece como líder e divulgadora de idéias também na área de preservação de recursos hídricos. Nesse aspecto toda a política de controle ambiental, desenvolvida e bem sucedida ali, tende a ser propagar para toda a região. Outro aspecto relevante é quanto à localização da cidade que é próxima à área de descarga da bacia do Itajaí-Açú. Nessa situação qualquer descontrole ambiental no Alto Vale tem reflexos na qualidade das águas do Itajaí-Açú em Blumenau. Há um movimento crescente da comunidade e Organizações Não Governamentais - ONGs locais, quanto à qualidade das águas estudadas. Por essas razões, conhecer seu manancial hídrico e cuidar de suas águas é, pois, para o município de Blumenau, um desafio e uma preocupação atrelados ao bem estar da sua população atual e futura e um fator de desenvolvimento.

Os rios selecionados para o estudo, que representam toda a rede hidrográfica do município, fazem parte do programa Índice de Qualidade das Águas, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Blumenau. Sua escolha, portanto, também levou em conta a utilização da mesma infra-estrutura de coletas, análises e dados disponíveis nesse programa de monitoramento. Os rios a serem estudados compreendem: o Garcia, o da Velha, o Itoupava, o Testo, o Fortaleza e o rio Itajaí-Açú, no trecho dentro da cidade.

Inicialmente pensou-se em desenvolver o estudo em apenas uma micro-bacia. Mas, dentre alguns fatores que justificam a opção de se estender a análise a toda a rede de drenagem do município, pode-se citar:

- a) os resultados disponíveis das análises físico-químicas das águas, atendiam, em densidade e disponibilidade, ao necessário para se realizar o trabalho em todos os rios;

- b) as informações disponíveis sobre o município (e o nível de dificuldade de conseguir novas) para atender ao exigido do estudo, tinham o mesmo peso, caso o estudo fosse concentrado em uma micro-bacia, ou para todas;
- c) algumas bacias hidrográficas estudadas cobrem substratos de características geológicas por vezes únicas, enquanto outras drenam áreas envolvendo até oito tipos litológicos diferentes, sendo, pois, mais interessante, na avaliação da resposta das águas superficiais ao substrato geológico de contato, tornar o estudo mais abrangente que atê-lo a apenas uma área;
- d) os múltiplos contrastes de diferentes topografias, tipos de solo, densidades de ocupação urbana, cobertura vegetal e ocupação do solo, podem ser mais bem interpretados numa área de maior amplitude;
- e) os rios envolvidos apresentam condições especiais quanto ao uso de suas águas para abastecimento público, atual e futuro, uso agrícola e eco-turismo, ainda pouco explorado; alguns se encontram num estado muito avançado de degradação, enquanto que outros drenam áreas ainda quase intocadas; são, portanto, distintos e tem características próprias; dessa forma, analisar um em detrimento a outro, seria limitar o conhecimento desse quadro todo;
- f) as informações levantadas, mesmo que não detalhadas, de uma região mais ampla, se mostram mais úteis para o município, que no caso de envolver apenas uma micro-bacia.

Procurou-se relacionar, pois, a qualidade das águas dos principais rios de Blumenau com as características físicas regionais, com o uso do solo, aspectos da poluição recebida, com as condições climáticas e outros fatores, que permitissem avaliar a situação atual e fazer uma projeção da mesma para os próximos anos. Para tanto, estão sendo confrontados os resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas, realizadas no período de maio/2000 a agosto/2002, com as características atribuídas às águas em função de condições geoambientais e climáticas regionais, uso do solo, urbanização e industrialização,

Se, ao longo de alguns anos, se observar que esse estudo significou mais uma ferramenta na tomadas de medidas que propiciem a melhoria da qualidade das águas superficiais de Blumenau, ele terá cumprido um dos seus objetivos. Para tanto, segundo BOON (1991), CUMMINS (1991); GREGORY e WALLING (1987); MELLQUIST (1991);

NAIMAN (1991); e NEWSON (1991), precisamos de políticos que ousem, burocratas que queiram e cientistas (geocientistas) e engenheiros que possam fazer as coisas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é avaliar a qualidade das águas superficiais dos principais rios que drenam a área, de 531 km², do município de Blumenau, visando identificar os processos ambientais mais significativos, responsáveis pelas características adquiridas pelas mesmas. A área de abrangência envolve cinco micro-bacias e o trecho do rio Itajaí-Açú dentro do Município. Os rios a serem estudados compreendem: o Garcia, o da Velha, o Itoupava, o Testo e o Fortaleza.

1.2.2 Objetivos Paralelos

Avaliar cada um dos parâmetros analisados (pH, DBO, DQO, Cor, Turbidez, Cloretos, Condutividade, Coliformes Fecais, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Oxigênio Dissolvido e Temperatura Ambiente e Temperatura da água no local da coleta), para cada rio e ponto de coleta considerado.

Estabelecer a correlação dos resultados físico-químicos obtidos num determinado ponto do rio, ou o rio como um todo, com as suas condições ambientais.

Confrontar os parâmetros físico-químicos entre si, tentando identificar, para as condições locais, qual, ou quais as correlações entre eles, indispensáveis na avaliação da qualidade das águas, de modo a orientar procedimentos de análise fáceis, práticos e econômicos nos trabalhos de monitoramento.

Analisar a resposta da qualidade das águas a variáveis climáticas como pluviosidade, direção dos ventos, nebulosidade e temperaturas máximas e mínimas diárias. Da mesma forma o efeito das principais culturas do município, bem como as épocas e procedimentos de cultivo, os insumos e agroquímicos utilizados e os tipos de solos envolvidos. Igualmente sobre o potencial poluidor da maioria das indústrias de

médio e grande porte, e daquelas mais significativas em termos de efluentes, e da carga de esgotos sanitários, lançados nos corpos hídricos.

Quanto ao geoambiente, verificar a influência da cobertura vegetal, do relevo, a densidade de drenagem e do substrato geológico, nas características das águas superficiais do município.

Preparar mapas de apoio e temáticos envolvendo a área de Blumenau, como o geológico, de uso do solo, topográfico e da rede de drenagem, ocupação urbana e de solos, alguns não disponíveis e indispensáveis à análise proposta.

Fazer o reconhecimento de campo com georeferenciamento, identificando os pontos de coleta nos rios, em toda área, além de outros locais de interesse, como indústrias, áreas de plantio, reflorestamento, pastagens entre outras.

Apresentar uma avaliação preliminar da vulnerabilidade das águas superficiais de Blumenau num todo e de cada rio especificamente.

Estabelecer uma metodologia de análise da qualidade das águas superficiais que seja simples de ser aplicada e não onerosa, passível de ser utilizada na avaliação de qualquer corpo hídrico.

Identificar, com base nas conclusões obtidas, a melhor vocação dos rios contribuintes e suas micro-bacias, seja para abastecimento público, uso agrícola, uso industrial ou outras finalidades e dessa forma colaborar, com as informações e conclusões obtidas, nos trabalhos de planejamento de uso e preservação dos recursos hídricos de Blumenau.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAL CARTOGRÁFICO

Para a confecção da base digital de dados foram utilizadas as imagens de satélite (LANDSAT, 1997), Bandas 3, 4 e 5. Também as cartas (IBGE, 1974 e IBGE, 1991) relativas às Folhas: SG-22-Z-D-I-2 e MI-2893-2, escala 1:50000 e SG-22-Z-B-IV-4 e MI-2881-4, escala 1:50000.

Para os trabalhos envolvendo estudos geológicos da área também foram consultadas: a Carta Metalogenética, Folhas SG. 22-Z-B e SG. 22-Z-D, escala 1:250000 (DNPM, 1983) e o mapa geológico de Santa Catarina (DNPM, 1986).

A informação sobre a área do município foi levantada a partir do Mapa Oficial Urbano de Blumenau (PMB, 2000).

Nos estudos edafológicos da área foram consultados, tanto a apostila sobre solos da região litoral de Santa Catarina (PUNDEK e MOLINARI, 2001), como o mapa de solos respectivo (EMBRAPA, 2001).

2.2 MATERIAL DE APOIO E LOGÍSTICA

Para o reconhecimento da área foram fundamentais as informações colhidas junto a Prefeitura Municipal de Blumenau – PMB, em especial a FAEMA que disponibilizou todos os dados de análises físicas, químicas e de coliformes, realizadas nos rios de Blumenau; deu suporte a trabalhos de campo, fornecendo pessoal, locomoção, equipamentos e material. Também junto a FAEMA, obtiveram-se dados sobre as atividades potencialmente poluentes do município e as imagens de satélite que foram as bases para os mapas elaborados.

O setor de Planejamento da Prefeitura Municipal também forneceu os mapas básicos e os dados gerais do município. A EPAGRI através de seu escritório regional e, também da sede de Florianópolis, prestou informações valiosas sobre principais cultivos na área, uso de agrotóxicos e dados de solo da região. Todos os dados demográficos de Blumenau nos foram cedidos pelo escritório regional do IBGE (IBGE, 2000).

Para o desenvolvimento dos trabalhos foram utilizados alguns equipamentos de apoio a saber: Aparelho GPS marca GARMIN modelo Etrex 2000; Microcomputador AMD 1600 e Impressora Epson Stylus C42SX.

2.3 MATERIAL DE COLETA E ANÁLISES

O programa de amostragem das águas superficiais da PMB – Prefeitura Municipal de Blumenau, normalmente se estende de fevereiro a novembro de cada ano, de modo a atender aos períodos de férias dos laboratórios e do pessoal envolvido. Os dados utilizados correspondem àqueles do período desde que o programa do IQA – Índice de Qualidade de Água, passou a ter um cronograma efetivo, que compreendeu os períodos: junho a novembro de 2000, fevereiro a novembro de 2001 e fevereiro a agosto de 2002. Os dezoito pontos de coleta, distribuídos entre os rios, são amostrados mensalmente, em geral no período matutino. O cronograma de amostragem é otimizado contemplando uma densidade de pontos por semana e procurando sempre coletar todos os pontos de um mesmo rio, numa mesma ocasião.

As amostras foram tomadas com auxílio de balde-coletor previamente lavado com água do mesmo rio.

Vários parâmetros são medidos no local da amostragem, por ocasião da coleta. Esses são: a temperatura ambiente e a da amostra, o pH, a condutividade e o oxigênio dissolvido. Esses três últimos avaliados através dos respectivos aparelhos que compõe o kit de campo, mostrado na figura 01. Todos os valores são anotados em ficha de coleta própria, que identifica o ponto amostrado, a data e hora. Amostras de cinco litros para as análises físico-químicas são tomadas e identificadas. Da mesma forma, em frasco próprio, amostra-se para as análises bacteriológicas.

Dois laboratórios foram utilizados para as análises: o do SENAI e da companhia distribuidora de águas do município, o SAMAE. O material coletado era encaminhado imediatamente aos laboratórios para análise. Os laudos, com os resultados, são enviados a FAEMA para a compilação e tratamento dentro do programa do IQA.

As metodologias de análise e equipamentos utilizados, para cada parâmetro, constam da tabela 1, seguinte.



FIGURA 01- KIT PARA ANÁLISES EM CAMPO MODELO BERNAHUEER AQUACULTURA

2.4 INFRA-ESTRUTURA DE INFORMÁTICA

Para a confecção dos textos e tabelas foram utilizados os programas Microsoft Word-2000 e Microsoft Excel-2000. Para a confecção dos mapas foram utilizados o programa SPRING versão 3.6 e o CorelDRAW versão 10. Para o tratamento dos dados empregou-se o programa STATISTICA versão 6.0 (<http://www.statsoftinc.com>).

2.5 ORDENAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS

2.5.1 Seleção e Tabelamento dos Dados

Todos os resultados, parâmetro por parâmetro, foram ordenados em tabelas, comportando todos os pontos amostrados nos rios onde se desenvolveu o estudo. A amostragem e análise de tantos parâmetros, relativa a vários locais, por longo período, como foi o caso, sempre esbarra em pequenas falhas e omissões, aceitas como admissíveis. Assim existem, também nesse estudo, naturalmente lacunas nos resultados tabelados. Entretanto, pelo grande volume de dados, tais ausências não comprometem a análise dos parâmetros. Foi estabelecida a média e os desvio padrão para todos os parâmetros. Após essa avaliação preliminar, alguns valores foram descartados. Para a escolha dos dados a serem eliminados observou-se, não somente o grande desvio padrão apresentado pelo parâmetro, mas também, a realidade do trecho do rio onde o valor foi obtido e o histórico dos resultados mostrados. Os dados finais selecionados foram novamente processados e compõe as tabelas respectivas. Cada parâmetro foi analisado em relação a cada ponto, cada rio e entre os rios.

TABELA 01 - PARÂMETROS ANALISADOS E PROCEDIMENTO DE ANÁLISE

PARÂMETRO/ UNIDADE	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHAMENTO	LABORATÓRIO
DBO ₅ (mg/L)	5210 ¹ 5-9 ² Respirométrico	Hach DR400 ²	SENAI/ Blumenau
DQO (mg/L)	5220 ¹ 5-17 ² Refluxo fechado	Hach DR400 ²	SENAI/ Blumenau
pH	Eletrométrico	Kit de análise ⁴ Medidor F1002	Em campo
Turbidez (NTU)	2130 ³ Nefelométrico	Turbidímetro HACH modelo 2100 P ²	SAMAE
Temperatura Ambiente (°C)	Termométrico	de Álcool de -10°C a 110 °C marca Incotherm	Em campo
Temperatura da água do rio (°C)	Termométrico	de Álcool de -10°C a 110 °C marca Incotherm	Em campo
Cor (Unid. Pt/Co)		Hach DR2000 ³	SAMAE
OD (mg/L)	Eletrométrico/eletrodo de membrana	Kit de análise ⁴ Sensor ClarkMEA	Em campo
Nitrogênio Total (mg/L)	4500 N ¹ Digestão Ácida	(APHA et al., 1998)	SENAI/ Blumenau
Fósforo Total (mg/L)	3-104 ¹ Digestão com Persulfato	(APHA et al., 1998)	SENAI/ Blumenau
Sólidos Totais (mg/L)	2540-B ¹	(APHA et al., 1998)	SENAI/ Blumenau
Condutividade (µS/cm)	Medida da corrente elétrica de uma solução	Medidor de corrente com 03 intervalos modelo F-1000 ⁴	Em campo
Coliformes Totais UFC/100 mL	9222 A e E Membrana Filtrante ³	(APHA et al., 1995)	SAMAE
Coliformes Fecais UFC/100 mL	9222 A e E Membrana Filtrante ^{3,5}	(APHA et al., 1995)	SAMAE
Cloretos (mg/L)	4500 B ^{3,5} Método argentométrico	(APHA et al., 1995)	SAMAE

NOTAS:

- (1) Método segundo o Standard Methods for Examination (APHA et al., 1998).
- (2) Método adaptado para o aparelho (APHA et al., 1998).
- (3) Método segundo o Standard Methods for Examination (APHA et al., 1995).
- (4) Kit portátil da empresa Bernauer Aqüicultura, modelo 1003.
- (5) Método adaptado (FUNASA, 2001).

2.5.2 Correlação entre Parâmetros

Com os valores selecionados e tabelados, foram estabelecidas as correlações entre os parâmetros. Inicialmente com todos os valores, ponto a ponto e depois, com os valores médios. Foi utilizado o programa STATÍSTICA, utilizada matriz de correlação com duas listas de valores e sistema retangular, da seguinte forma:

- a) para cada ponto, foram montadas matrizes com os valores obtidos de cada parâmetro, ao longo dos 23 meses de amostragens. Portanto, eram 15 parâmetros (15 colunas), com até 23 resultados de análise (23 linhas). Nessa matriz retangular, relacionava-se cada um dos parâmetros com todos os demais. Os resultados obtidos constam das tabelas do apêndice 01, que mostram a correlação de um dado parâmetro, com os demais, para cada ponto.
- b) tomando-se os valores médios de todos os parâmetros (15 colunas) para todos os pontos (18 linhas) montou-se uma matriz, relacionando todos os parâmetros entre si.

Os valores mostrados nessas correlações permitem ver o quanto um parâmetro mostra influência sobre o outro. Trata-se, também, de uma ferramenta importante para interpretar os resultados obtidos face às condições do meio.

2.5.3 Definição do Grau de Qualidade dos Rios Estudados

Para se definir o grau de qualidade dos rios com base nos valores apresentados, de uma forma empírica, utilizou-se um critério de notas de 0 a 10. Um exemplo prático desse método consta do apêndice 2.

As seguintes etapas podem ser desenvolvidas:

- a) para cada parâmetro tomou-se o maior e o menor valor apresentado;
- b) calculou-se a diferença entre tais valores;
- c) o valor dessa diferença foi dividido por 10, estabelecendo-se 10 intervalos de valores, que foram ponderados com “notas” de 0 a 10;
- d) o valor médio obtido do parâmetro foi posicionado dentro de sua respectiva escala, o que correspondeu a um dos pesos de 0 a 10;

e) somando-se os pesos, ou notas, de todos os parâmetros, estabelece-se um total, que mostra o nível de qualidade seja do ponto, ou do rio.

Os parâmetros considerados para análise com “notas” de 0 a 10 crescentes dentro do intervalo de resultados apresentado, foram: Cor, Turbidez, Sólidos Totais, Cloretos, DBO, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Totais e Fecais e Temperatura da Água;

O parâmetro Oxigênio Dissolvido foi avaliado com “notas” de 0 a 10 decrecentes dentro do intervalo de resultados.

Para a análise do pH considerou-se o afastamento do pH=7, central, ou seja duas escalas crescentes do centro para as laterais, à direita e esquerda, com notas de 10 a 0.

A variável climática temperatura ambiente não foi empregada no cálculo.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 LOCALIZAÇÃO

O município de Blumenau localiza-se na zona fisiográfica do Estado de Santa Catarina, designada como “Bacia do Itajaí-Açú. Essa bacia, de 15.000 km², é formada por sete sub-bacias e Blumenau está inserida, mais especificamente, numa delas, sua homônima. O município se localiza a 26° 55' 25" de Latitude Sul e 49°03'2" de Longitude Oeste de Greenwich. Faz limites ao norte com as cidades de Jaraguá do Sul e Massaranduba, ao sul com Guabiruba, Botuverá e Indaial; a leste com Luis Alves e Gaspar e a oeste com Indaial, Timbó e Pomerode (fig. 2). O município de Blumenau apresenta uma área de 531 km² (BLUMENAU, 1996).

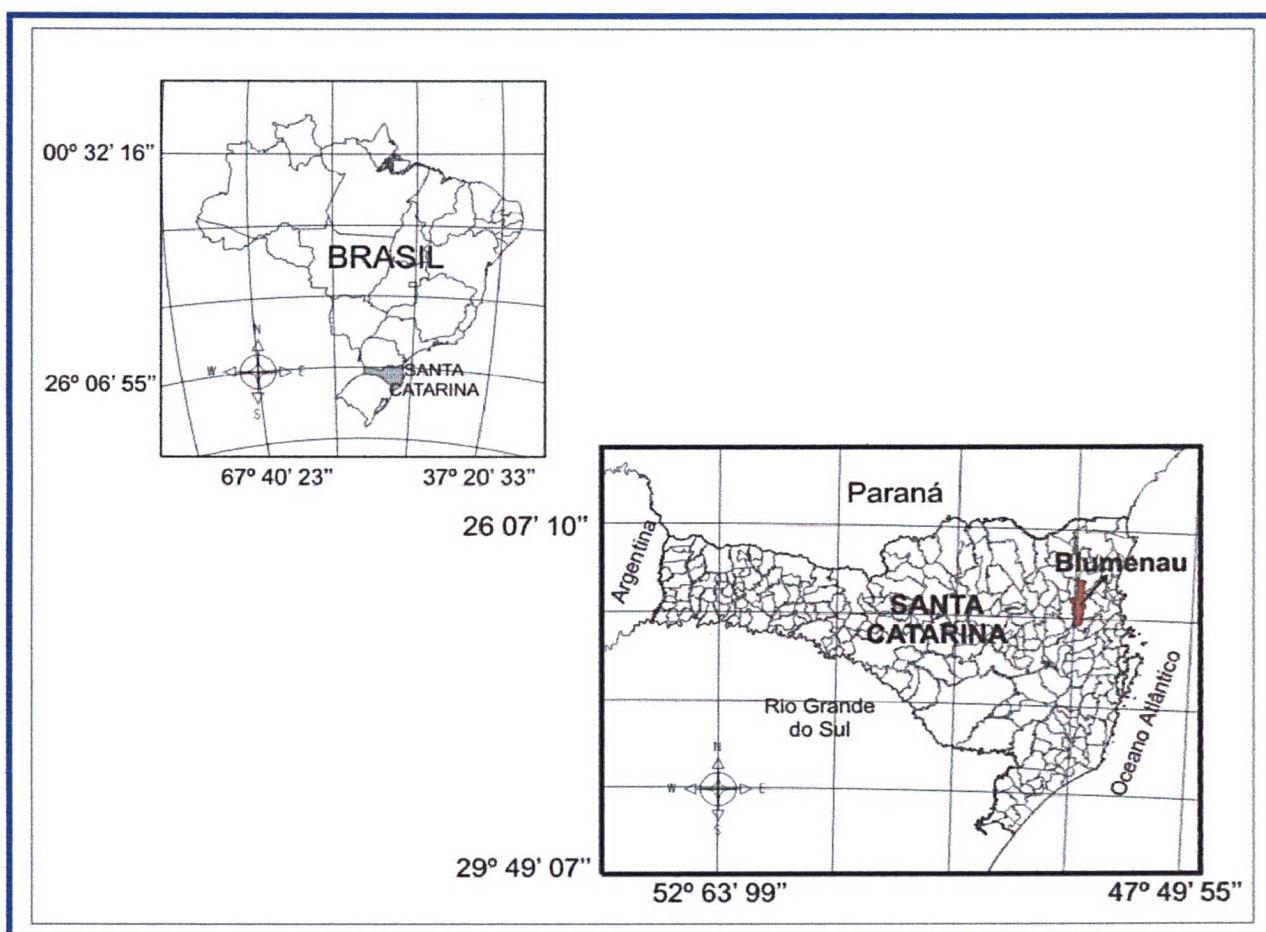


FIGURA 02- LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU

3.2 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Para a análise das condições climáticas do Município de Blumenau, foram consultadas as informações regionais em Atlas e relatórios (SANTA CATARINA; 1986; SANTA CATARINA, 1991; SANTA CATARINA, 1997), também o perfil local editado pela prefeitura (BLUMENAU, 1996), bem como os boletins fornecidos pela estação meteorológica da FURB (<http://www.ipa.furb.br>). Essa estação se encontra próxima ao centro de Blumenau e apresenta as coordenadas: E= 0690779 e N= 7022540.

3.2.1 Clima

Blumenau pode ter seu clima classificado, de modo geral, como subtropical úmido, em todas as estações, com verões quentes e longos, ou seja, segundo a classificação de Köppen: (cfa). De acordo com a classificação de Thorthwaite, seria úmido, com temperatura média entre 18°C e 20°C (mesotérmico) e com chuvas adequadas em todas as estações, portanto: (B₂ B'₃ ra'). Condições quentes e chuvosas, e a grande umidade do ar presente, propiciam, no inverno, as doenças respiratórias e no verão o desconforto da falta de ventilação (SANTA CATARINA, 1986, 1991, 1997; BELTRAME, 1994).

3.2.2 Temperatura

A temperatura média geral ambiente de Blumenau, para o período de maio/2000 a setembro/2001, foi de 21,4 °C. Os valores das temperaturas médias relativas ao período do estudo constam da tabela 2 e figura 3, apresentadas a seguir.

Foram comparados os índices de temperatura atuais e alguns mais antigos, coletados em uma estação meteorológica, operada de 1911 a 1969, instalada em outro local do município (coordenadas de latitude 16° 55' 16" e longitude 49° 03' 15"), (BLUMENAU, 1996). Conforme a tabela 3, pode-se observar que o mês mais frio continua sendo julho, e o mais quente, janeiro.

TABELA 2 - TEMPERATURA MÉDIA AMBIENTE EM BLUMENAU NO PERÍODO DE MAIO DE 2000 A SETEMBRO DE 2002

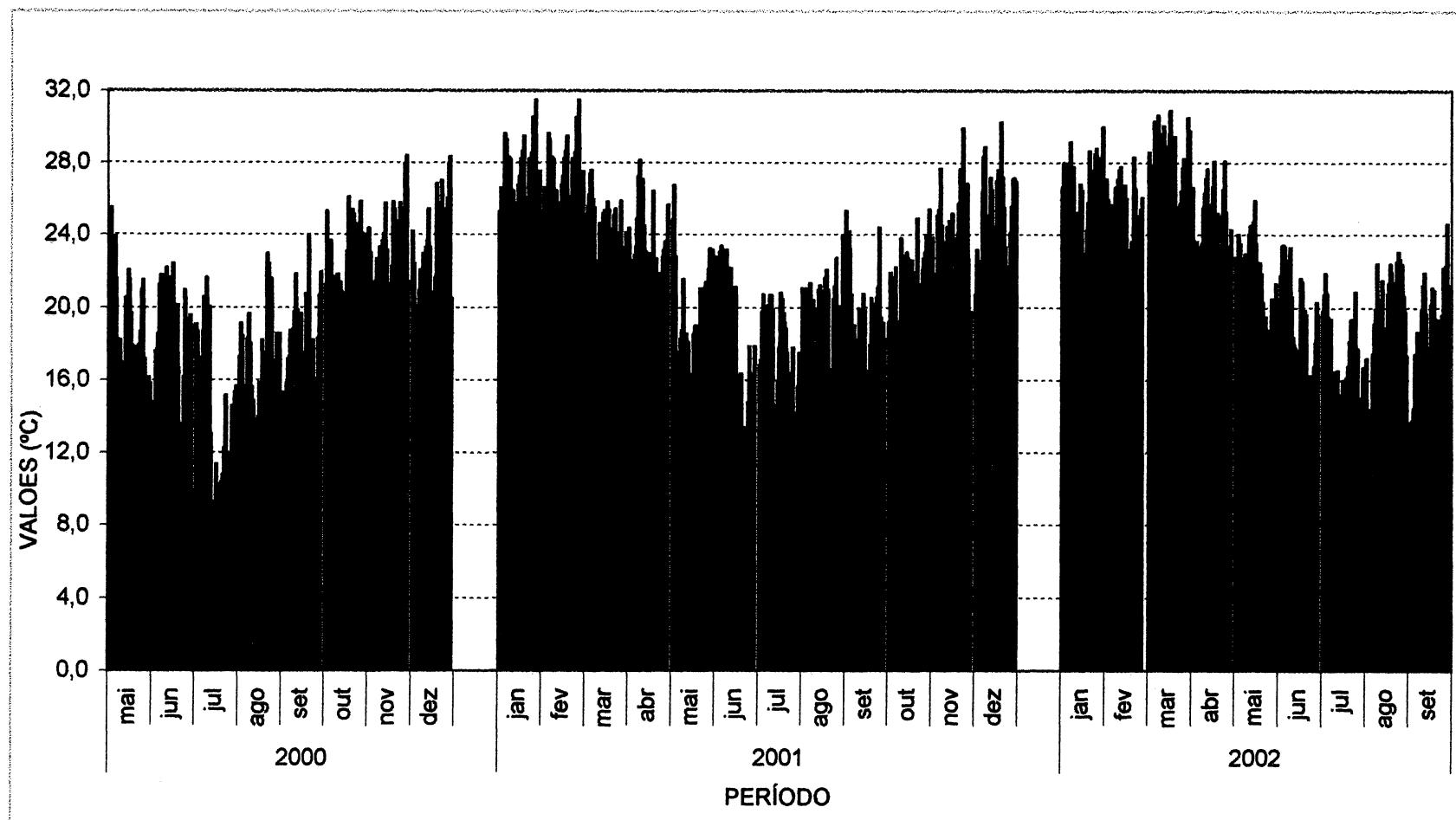
DIAS	2000								2001												2002									
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	
1	24.1	14.7	19.0	17.3	15.3	21.2	24.3	24.2	25.2	26.6	26.6	25.5	22.5	26.7	22.7	17.1	20.9	24.0	21.9	21.8	23.1	28.0	25.9	25.6	23.2	22.4	21.8	20.7	14.3	13.2
2	25.4	14.4	18.6	19.1	13.2	25.2	23.0	22.4	26.6	26.6	25.5	22.5	26.7	22.7	17.1	20.9	24.0	21.9	21.8	23.1	28.0	25.9	25.6	23.2	22.4	21.8	20.7	14.3	13.2	
3	21,7	17,6	17,2	18,4	14,8	23,5	21,4	20,1	26,3	26,3	26,2	20,6	22,8	21,0	19,8	19,9	24,2	21,6	21,4	22,5	26,6	19,0	26,0	21,3	24,0	23,4	21,9	14,4	13,8	
4	23,1	17,7	15,0	15,3	15,8	22,7	20,0	19,8	26,2	26,2	27,3	20,8	16,6	23,1	20,7	21,0	23,2	21,6	21,6	21,6	27,9	23,9	27,8	23,6	23,5	23,4	20,7	14,0	14,4	
5	23,9	18,5	15,8	11,2	17,1	23,6	19,2	18,2	29,6	29,6	27,5	22,8	16,5	23,4	18,6	18,7	20,7	21,5	25,0	20,4	24,8	25,6	30,3	22,2	21,7	23,3	19,5	14,0	17,4	
6	21,5	21,2	18,6	15,6	17,3	21,7	21,5	20,9	29,2	29,2	25,9	23,3	17,5	23,1	15,7	19,7	18,2	22,2	25,3	26,3	26,4	25,5	26,7	21,8	22,7	22,6	18,9	17,4	17,2	
7	17,8	21,8	20,5	18,2	18,7	20,5	22,6	22,0	26,3	26,3	25,4	24,9	18,2	19,9	20,1	21,3	19,0	19,0	27,6	28,3	29,1	22,6	27,0	23,3	22,0	21,9	19,4	19,1	18,6	
8	15,5	21,7	20,2	19,6	17,7	21,7	21,2	20,4	28,3	28,3	21,7	27,2	18,7	21,2	19,4	20,2	18,2	18,0	24,5	28,8	26,9	26,6	30,6	23,5	22,9	22,0	14,1	19,9	15,6	
9	18,2	20,3	21,6	18,0	18,8	20,0	23,3	22,9	28,2	28,2	22,5	28,1	21,5	23,1	20,7	20,4	18,1	19,2	22,7	23,4	27,7	24,2	29,6	25,5	22,4	23,3	12,9	22,4	17,6	
10	16,9	19,8	18,7	15,6	19,8	21,8	23,0	22,6	25,5	25,5	22,3	26,7	16,9	21,8	20,7	19,9	18,2	23,8	22,6	23,0	24,3	27,0	29,4	26,3	21,8	20,6	16,5	16,0	19,9	
11	14,7	22,2	20,0	14,8	21,8	20,6	23,6	23,3	26,4	26,4	24,6	27,0	18,5	21,2	19,9	19,3	19,9	22,9	23,6	25,0	25,2	27,6	29,3	27,1	24,0	18,4	13,6	17,6	21,2	
12	14,8	20,7	13,0	11,4	19,8	21,3	24,0	23,6	20,5	20,5	24,1	24,5	16,9	22,1	13,5	19,1	17,1	21,8	24,4	27,1	22,7	27,7	30,0	27,6	24,5	18,0	16,5	20,4	21,9	
13	20,5	21,6	9,2	12,2	19,3	20,9	25,7	25,4	21,4	21,4	23,9	23,0	18,1	21,1	11,8	20,9	18,4	21,9	22,4	26,4	24,7	24,8	27,9	23,5	23,3	17,8	15,1	21,5	19,6	
14	20,5	21,4	7,4	13,8	17,0	20,8	23,1	23,3	25,7	25,7	25,1	21,6	16,3	20,3	14,6	21,2	20,7	23,0	24,7	24,4	26,8	26,6	28,9	23,5	24,7	17,6	14,2	18,0	17,8	
15	22,0	21,1	9,2	13,9	19,6	20,6	17,4	16,7	26,7	26,7	25,3	22,9	13,1	21,0	15,9	20,3	19,8	22,7	23,5	24,1	26,4	26,7	27,9	25,6	25,8	12,4	15,2	14,6	17,3	
16	21,5	22,4	11,3	15,8	17,2	20,4	18,8	18,3	27,2	27,2	23,9	22,9	16,2	21,1	17,8	20,8	15,2	21,2	25,1	23,1	23,0	26,0	29,6	26,6	23,5	17,6	16,0	18,9	17,5	
17	19,6	19,2	10,0	10,8	16,7	23,1	21,3	20,8	28,2	28,2	25,8	20,2	18,6	16,3	20,8	20,9	14,9	22,1	22,1	26,9	22,1	23,1	30,9	28,0	22,5	21,6	15,0	20,8	20,2	
18	17,9	17,9	9,7	18,2	17,5	26,0	22,2	21,6	28,6	28,6	25,3	21,6	19,0	13,8	20,4	21,6	16,5	22,6	22,4	27,6	22,7	21,8	29,4	24,2	21,5	21,4	14,6	21,3	21,1	
19	17,8	20,1	10,2	16,9	20,7	22,4	25,8	26,8	29,4	29,4	24,3	26,4	19,0	14,2	19,7	22,0	17,9	21,7	23,8	25,9	24,2	23,2	28,4	21,6	22,4	17,3	16,1	22,4	20,9	
20	17,7	16,7	10,4	16,8	20,6	25,2	25,4	25,7	26,0	26,0	22,8	22,0	17,6	16,3	19,2	21,0	20,5	20,9	24,0	30,2	25,7	23,6	29,4	25,2	21,8	19,8	16,8	21,9	19,4	
21	17,8	13,6	10,8	17,5	24,0	25,3	21,5	20,5	23,3	23,3	22,3	22,6	16,6	12,6	18,8	16,6	20,2	21,9	25,7	27,1	28,6	23,3	25,5	20,7	20,3	19,6	18,1	21,4	16,2	
22	17,7	13,2	12,2	22,9	17,9	25,1	24,7	24,5	24,6	24,6	25,0	21,1	21,0	11,7	17,5	14,5	19,4	24,9	27,6	25,4	27,0	28,3	23,6	21,4	17,3	13,9	19,3	20,0	16,8	
23	17,9	12,9	15,1	22,4	16,4	23,7	24,7	27,0	28,2	28,2	25,4	21,8	21,0	13,4	14,2	14,8	19,1	21,2	26,9	23,3	27,5	26,5	24,1	25,1	19,5	12,6	19,4	20,6	19,3	
24	18,7	16,2	11,3	21,0	18,2	22,9	25,7	25,4	26,0	26,0	24,1	21,0	17,7	11,0	13,3	20,5	20,6	20,2	29,9	21,2	25,9	24,6	25,7	26,5	18,4	16,2	18,6	22,5	17,6	
25	21,0	20,9	10,8	21,5	16,1	24,6	22,8	22,0	28,6	28,6	22,6	20,3	19,1	14,8	16,4	21,2	21,1	21,1	25,1	20,1	28,4	24,8	26,4	28,1	18,7	13,8	20,8	23,0	19,6	
26	21,5	16,8	11,9	17,0	15,4	23,3	20,8	20,7	30,5	30,5	22,5	22,7	21,4	17,8	17,8	22,7	24,4	22,1	23,9	22,2	28,8	25,0	27,7	25,2	17,6	13,0	17,5	22,6	22,2	
27	17,1	17,9	11,1	15,1	15,2	25,8	25,4	26,0	28,7	28,7	25,8	23,1	18,6	14,8	14,2	19,8	19,4	22,7	26,8	24,1	26,8	25,4	28,2	23,3	18,2	16,8	17,7	22,0	21,4	
28	14,8	19,4	14,5	17,1	18,3	24,1	27,9	27,9	31,5	31,5	23,3	23,6	22,1	16,4	10,8	20,0	17,2	23,0	22,7	25,6	27,0	26,0	27,7	20,3	20,4	18,1	14,0	22,4	22,3	
29	13,4	19,5	14,6	18,5	20,6	19,7	28,3	28,3	26,2	26,2	20,1	22,9	23,2	15,6	11,7	17,8	19,1	23,9	19,6	27,1	28,2	..	27,6	22,8	20,3	20,3	12,1	20,6	24,6	
30	16,1	19,0	15,3	17,2	21,9	21,8	21,4	20,5	25,8	25,8	22,2	25,6	22,6	17,8	15,6	19,3	18,2	22,5	19,8	27,1	27,6	..	30,5	24,3	19,4	19,6	15,0	19,8	21,2	
31	15,8	9,8	15,6	18,5	0,0	24,0	0,0	..	27,5	27,5	24,1	..	23,1	..	17,5	23,9	..	25,4	..	26,9	30,0	..	29,7	..	21,3	..	16,7	17,3	..	
MEDIA	18,9	18,4	14,2	16,8	17,5	22,7	22,3	22,7	26,8	26,8	24,3	23,3	19,3	18,5	17,1	20,0	19,6	21,9	24,0	24,8	26,4	25,1	28,1	24,3	21,7	18,9	17,0	19,3	18,6	

FONTES: FURB (2002), FURB (2003)

NOTA: Sinal convencional utilizado:

.. Não se aplica dado numérico.

FIGURA 03 - TEMPERATURA AMBIENTE MEDIA DIÁRIA EM BLUMENAU NO PERÍODO DE ESTUDO DE MAIO DE 2000 A SETEMBRO DE 2002 (°C)



FONTE: Instituto de Pesquisas Ambientais (FURB, 2002; FURB, 2003)

Com esses dados e as coletas feitas junto aos rios, nos pontos de amostragem de suas águas, pode ser avaliado, de maneira preliminar, o gradiente e amplitude térmica, para os meses quentes de verão, ou os dias mais frios do período, numa área bastante abrangente do município. Também puderam ser avaliados os lugares mais aprazíveis em relação à temperatura.

TABELA 3 - COMPARAÇÃO ENTRE OS VALORES DA TEMPERATURA AMBIENTE DE UM PERÍODO DE 58 ANOS DE OBSERVAÇÕES E DO PERÍODO DO ESTUDO

TEMPERATURA (°C)	PERÍODO DE 1911 A 1969	PERÍODO DE MAIO/2000 A SETEMBRO/2002
Media geral do período	20,1	21,4
Média máxima	27,0	26,8
Média mínima	16,1	14,2
Média do mês mais quente (janeiro)	31,9	26,6
Média do mês mais frio (julho)	11,5	16,1
Temperatura mais baixa no período do estudo	..	7,4
Temperatura mais alta no período do estudo	..	31,5

FONTES: BLUMENAU (1996); o autor

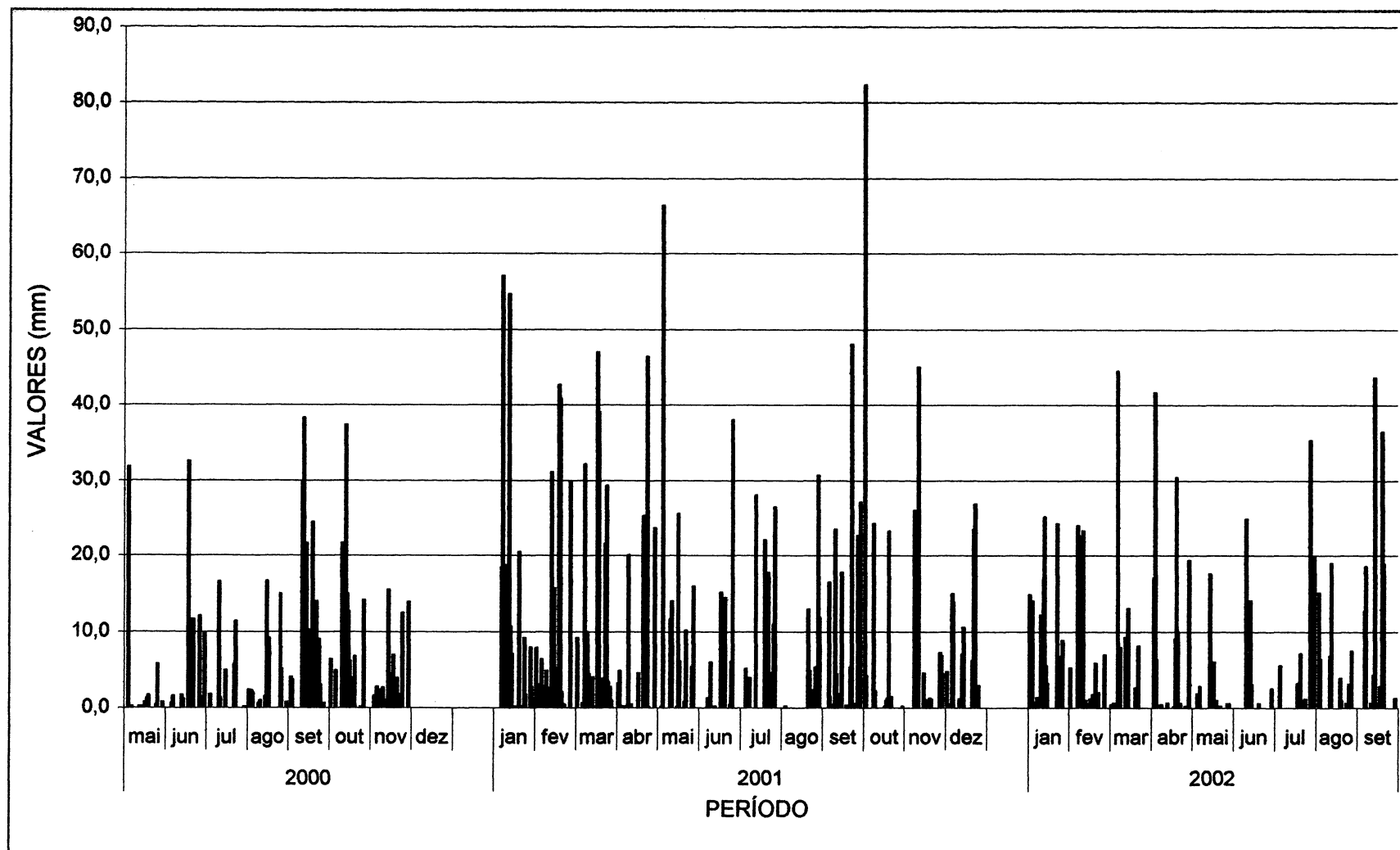
NOTA: Sinal convencional utilizado:
.. Não se aplica dado numérico.

3.2.3 Precipitação

Os valores citados em bibliografia mostram uma precipitação anual entre 1400 a 1800 mm (BLUMENAU, 1996), para o município. Com os dados colhidos junto à estação meteorológica do Instituto de Pesquisas Ambientais – FURB, foi elaborado um pluviograma que corresponde à figura 4. Apesar de não ter havido um período definido de seca no intervalo estudado, os meses mais frios apresentaram os menores índices de chuvas, e a primavera e verão, uma maior precipitação. Considerando-se apenas o ano de 2001, o total da precipitação mostrou um valor de 1740 mm.

O município costuma apresentar um sistema de chuvas intensas, em períodos concentrados, conforme enfatiza SANTOS (2000) ao falar de episódios pluviais na região. Mesmo em épocas de precipitação moderada, a instabilidade morfodinâmica das vertentes, conjugada a degradação antrópica, propicia um rápido encharcamento do manto de intemperismo, e um intenso escoamento superficial. Isso tem levado a eventos

FIGURA 04 -VALORES DE PRECIPITAÇÃO DIÁRIA EM BLUMENAU NO PERÍODO MAIO DE 2000 A SETEMBRO DE 2002



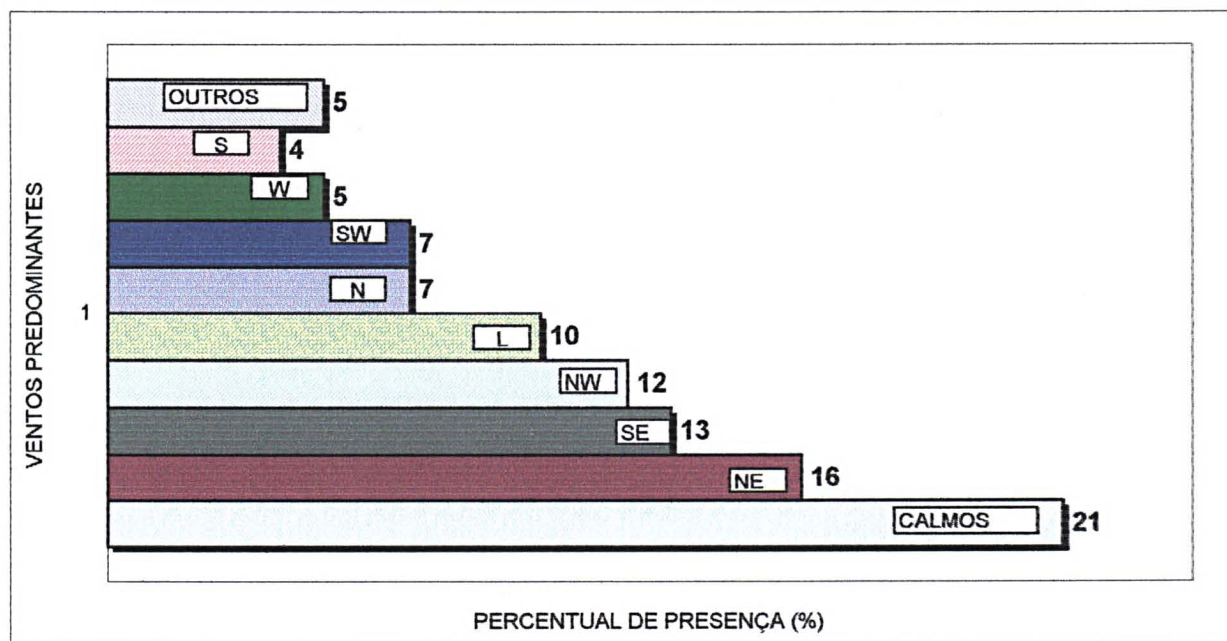
FONTE: Instituto de Pesquisas Ambientais (FURB, 2002; FURB, 2003)

de cheias e deslizamentos das encostas desnudadas. Também esse fato provoca a desestabilização das margens dos rios. A área mais vulnerável é o sul do município, especialmente o bairro Garcia. Em 1983, um ano trágico em termos de enchentes em Blumenau, a média anual de precipitação, somente nesse bairro, foi de 2.962,2 mm. Pode-se avaliar a importância desse volume concentrado de chuvas, quando se analisa a somatória da precipitação no período desse estudo, (maio/2000 a setembro/2002), que exibiu um valor total de 3907,60 mm.

3.2.4 Ventos

Na área de estudo a velocidade média dos ventos é de 1,20 m/s. Na primavera e verão predominam os ventos Nordeste/Leste, e no outono e inverno, Sul/Sudeste (BLUMENAU, 1996). No período analisado, conforme a figura 5, tem-se a participação dos ventos predominantes. A maior incidência foi de ventos categorizados como Calmos, seguidos de ventos Nordeste. A classificação dos ventos adotada foi a de Beaufort (FURB, 2002; FURB, 2003), segundo sua velocidade de deslocamento, conforme o anexo 1.

FIGURA 5 - PREDOMINÂNCIA DE VENTOS EM BLUMENAU NO PERÍODO DE MAIO DE 2000 A SETEMBRO DE 2002.



FONTE: FURB, 2002; FURB, 2003

NOTA: Dados trabalhados pelo autor a partir das informações meteorológicas

3.3 SOLOS

Apesar de ter uma área considerável, Blumenau em termos de fertilidade natural de seus solos, deixa muito a desejar. Os solos são, na maioria distróficos, ou seja, possuem uma percentagem de saturação de bases (%V) menor que 50, o que os classifica como solos de baixa fertilidade. São geralmente de textura argilosa. Quanto à Capacidade de Troca de Cátions - CTC, apresentam argila de baixa atividade (Tb), isso os leva a ter baixa retenção de nutrientes, possuem em geral alta percentagem de areia, e com tendência a lixiviar mais o Na e o K. Quase todos os solos mostram horizonte A moderado, horizonte B incipiente, e horizonte C definido, ou seja: apresentam uma seqüência A,(B),C, com variações quanto a cor, textura, estrutura e profundidade. O mapa da figura 6 apresenta a distribuição dos diferentes tipos de solos no município

Os melhores solos são aqueles das planícies ribeirinhas, ou de terrenos mais planos, portanto, com área bastante restrita dentro da topografia acidentada do município.

Conforme BIGARELLA, BECKER, PASSOS (1996), os solos tipo Podzólico Vermelho Amarelo (PVa), tem como material de origem os gnaisses. Esse é o caso da maioria dos solos do norte e da região central do município. Esses são solos zonais, característicos de regiões temperadas quentes e úmidas. São bem desenvolvidos. Já os solos azonais, ou pouco desenvolvidos, como os Cambissolos, tem como substrato os arenitos. Os Gleissolos observados no município estão todos eles associados às áreas de terraços aluviais.

A percentagem de saturação com Alumínio (A%) maior que 50, torna a maioria dos solos do município álicos. A decomposição alítica, com formação de óxidos e hidróxidos, especialmente os de Alumínio, ocorre em regiões úmidas ou semi-úmidas subtropicais. Nesses solos os teores de húmus são decompostos rapidamente, a sílica coloidal é lixiviada, enquanto o Ferro e o Alumínio permanecem no solo.

TABELA 4 - DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE SOLOS DE BLUMENAU

continua

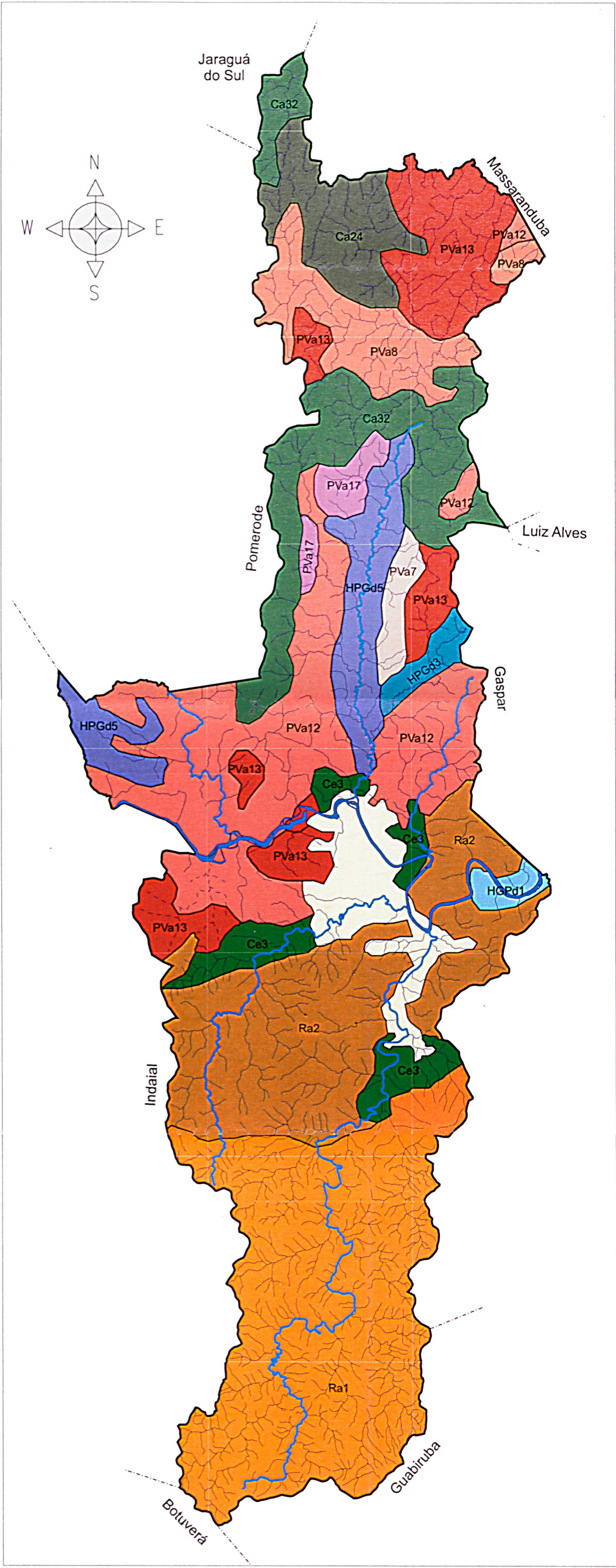
TIPO DE SOLO	DESCRIÇÃO
Ce3	<p>CAMBISSOLO HÁPLICO/ ARGISSOLO AMARELO</p> <p>Associação CAMBISSOLO EUTRÓFICO Ta, Gleico A moderado, textura média, fase floresta tropical de várzea, relevo praticamente plano (50%) + PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO Tb A moderado, textura média/argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo suave ondulado (40%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Junto ao Rio da Velha, desde o Ribeirão Velha Central no oeste do município, nas área mais planas do rio Garcia nos bairros de Valparaíso e Gloria e na área central, da foz do rio Fortaleza.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Glei Húmico, Cambissolo A moderado textura argilosa.</p>
HGPd5	<p>GLEISSOLO HÁPLICO/CAMBISSOLO HÁPLICO</p> <p>Associação GLEI POUCO HÚMICO DISTRÓFICO Tb e Ta, textura argilosa e média fase floresta tropical perenifólia de várzea, relevo plano (50%) + CAMBISSOLO EUTRÓFICO Ta, gleico A moderado, textura argilosa e média, fase floresta tropical perenifólia, relevo praticamente plano (40%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Aluvião do rio Itoupava, em toda extensão do rio em ambas as margens, no bairro Itoupava Central.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Podzólico Vermelho Amarelo em relevo ondulado, Cambissolo, Cambissolo gleico, ambos de textura argilosa.</p>
HGPd3	<p>GLEISSOLO HÁPLICO/ARGISSOLO AMARELO</p> <p>Associação GLEI POUCO HÚMICO DISTRÓFICO Ta, textura argilosa, fase floresta tropical/perenifólia de várzea, relevo plano (50%) + PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO Tb, A moderado, textura média/ argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo suave ondulado (40%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Como aluvião do ribeirão Fidelis, no bairro de mesmo nome.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Podzólico Vermelho Amarelo em relevo ondulado, Cambissolo, Cambissolo gleico, ambos de textura argilosa.</p>
HGPd1	<p>GLEISSOLO HÁPLICO</p> <p>GLEI POUCO HÚMICO DISTRÓFICO Tb, textura argilosa, fase floresta tropical perenifólia de várzea, relevo plano.</p> <p><u>Ocorrência:</u> Como aluvião do rio Itajaí-Açú, em ambas as margens, nos bairros Vorstad e Ponta Aguda.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> Solos Aluviais, Cambissolo; Podzólico Vermelho Amarelo e Glei Pouco Húmico Ta.</p>
PVa13	<p>ARGISSOLO AMARELO/CAMBISSOLO HÁPLICO</p> <p>Associação PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO e DISTRÓFICO Tb, A moderado, textura média/argilosa, relevo forte ondulado (60%) = CAMBISSOLO ÁLICO e DISTRÓFICO Tb, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso, ambos fase floresta tropical perenifólia (30%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Noroeste do bairro Vila Itoupava, divisa com Pomerode, extremo norte do Município, divisa com Massaranduba e trechos espalhados em parte no bairro Badenfurt, Itoupavazinha, Salto Weissbach e margem direita do rio da Velha.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Glei Pouco Húmico.</p>
PVa8	<p>ARGISSOLO AMARELO</p> <p>PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO e DISTRÓFICO Tb, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado.</p> <p><u>Ocorrência:</u> Norte do município, divisa com Massaranduba e em longa faixa em toda extensão do município ao norte, no bairro Vila Itoupava.</p>

conclusão

TIPO DE SOLO	DESCRIÇÃO
PVa12	<p>ARGISSOLO AMARELO/CAMBISSOLO HÁPLICO</p> <p>Associação PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO Tb, A moderado, textura média/argilosa cascalhenta, relevo ondulado (55%) + CAMBISSOLO ÁLICO Tb, A moderado, textura argilosa cascalhenta, fase rochosa, relevo forte ondulado, ambos fase floresta tropical perenifólia (35%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Pequena faixa no extremo norte do município, divisa com Massaranduba, e em cerca da metade de toda a região norte do Município, nos bairro Itoupava Central, Fidelis, Itoupavazinha, Salto do Norte, parte dos bairros Texto Salto e Badenfurt e todo Fortaleza.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> Glei Pouco Húmico, Podzólico Vermelho Escuro com ou sem cascalho</p>
PVa7	<p>ARGISSOLO AMARELO (NITOSSOLO?)</p> <p>PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO ÁLICO e DISTRÓFICO Tb, A moderado, textura média cascalhenta/argilosa cascalhenta, fase tropical perenifólia, relevo suave ondulado a ondulado.</p> <p><u>Ocorrência:</u> Região central do bairro Itoupava Norte, junto ao aluvião esquerdo do rio Itoupava.</p>
Ra2	<p>NEOSSOLO LITÓLICO/CAMBISSOLO HÁPLICO</p> <p>Associação SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS, A moderado, textura argilosa, fase pedregosa, relevo montanhoso e escarpado (substrato: rochas do Complexo Metamórfico Brusque) (50%) + CAMBISSOLO ÁLICO Tb, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso, ambos floresta tropical/subtropical perenifólia (40%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Todo lado da margem esquerda do rio da Velha, mas parte do bairro Garcia, Bairro Petrópolis, Centro, Ponta Aguda, Vorstad, Ribeirão Fresco e Parte do bairro Fortaleza.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> Afloramentos rochosos, Podzólico Vermelho Amarelo, em relevo ondulado.</p>
Ra1	<p>NEOSSOLO LITÓLICO/CAMBISSOLO HÁPLICO</p> <p>Associação SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS, A moderado, textura argilosa, fase pedregosa, relevo montanhoso (substrato: rochas do Grupo Itajaí) (50%) + CAMBISSOLO ÁLICO Tb, A moderado, textura argilosa, relevo forte ondulado e montanhoso (40%), ambos floresta tropical/subtropical perenifólia.</p> <p><u>Ocorrência:</u> Sul do Município, Bairro Garcia, divisa com Municípios de Botuverá e Guabiruba.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Afloramentos rochosos em relevo escarpado, Podzólico Vermelho Amarelo, em relevo ondulado/forte ondulado nos vales.</p>
Ca32	<p>CAMBISSOLO HÁPLICO/NEOSSOLO LITÓLICO</p> <p>Associação CAMBISSOLO ÁLICO Tb, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso (60%) + SOLOS LITÓLICOS DISTRÓFICOS, A moderado, textura argilosa, relevo montanhoso e escarpado (substrato migmático) (30%), ambos fase floresta tropical perenifólia.</p> <p><u>Ocorrência:</u> Extremo norte do município, divisa com Jaraguá do Sul.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> (10%) Cambissolo Álico, textura média, Podzólico Vermelho Amarelo, textura argilosa, Afloramentos rochosos.</p>
Ca 24	<p>CAMBISSOLO HAPLICO/ NEOSSOLO LITÓLICO</p> <p>Associação CAMBISSOLO ÁLICO Tb, A moderado, textura argilosa cascalhenta, relevo forte ondulado (55%) + SOLOS LITÓLICOS ÁLICOS, A moderado, textura média cascalhenta, relevo montanhoso (substrato granito), ambos fase rochosa, ambos fase floresta tropical perenifólia (25%).</p> <p><u>Ocorrência:</u> Extremo norte do município, divisa com Massaranduba e Jaraguá do Sul.</p> <p><u>Inclusões principais:</u> Cambissolo Álico Podzólico, Podzólico Vermelho Amarelo, Solos Litólicos Eutróficos, Terra Roxa Estruturada (diques de diabásio), Cambissolo A moderado, Afloramentos de Granito, Cambissolo Tb, A moderado.</p>

FONTE: PUNDEK, M.; MOLINARI, A. J. **Curso de identificação, uso e manejo dos solos da região do litoral de Santa Catarina.** EPAGRI, 2001.161p. Relatório técnico.

FIGURA 06 - MAPA DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU - SC



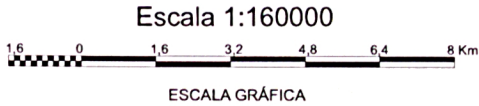
Mapa de Solos
do Município
de Blumenau - SC

LEGENDA

- NEOSSOLO LITÓLICO/CAMBISSOLO HÁPLICO
Ra1
- Ra2
CAMBISSOLO HÁPLICO/ARGISSOLO AMARELO
Ce3
CAMBISSOLO HÁPLICO/NEOSSOLO LITÓLICO
Ca24
- Ca32
ARGISSOLO AMARELO
Pva7
- Pva8
ARGISSOLO AMARELO/CAMBISSOLO HÁPLICO
Pva12
- Pva13
ARGISSOLO AMARELO/GLEISSOLO HÁPLICO
Pva17
GLEISSOLO HÁPLICO
HPGd1
GLEISSOLO HÁPLICO/ARGISSOLO AMARELO
HPGd3
GLEISSOLO HÁPLICO/CAMBISSOLO HÁPLICO
HPGd5

Convenções Cartográficas

- Hidrografia
- Rio Itajaí-Açú
- Limite do Município
- Área Urbana



FONTE:
IBGE (1974); IBGE (1991)
EMBRAPA/ EPAGRI/ IBGE (2001)
PUNDEK e MOLINARI(2001)

3.4 GEOLOGIA

Basicamente são seis unidades estratigráficas distintas que compõem o substrato geológico de Blumenau: Complexo Granulítico de Santa Catarina, Complexo Tabuleiro, Suíte Intrusiva Subida, o Complexo Metamórfico Brusque, o Grupo Itajaí e Sedimentos Quaternários, como mostrado no mapa da figura 7.

Ao norte do município tem-se o Complexo Granulítico de Santa Catarina, formado por rochas de alto grau de metamorfização, do período Arqueano. São gnaisses granulíticos, blastomilonitos, quartzitos, anortositos, rochas ultramáficas e outras. Apresenta também pequenos corpos lenticulares de metapiroxitos, formações ferríferas estratiformes, formações filoleanas de feldspato de Potássio, quartzo, biotita verde, fluorita e godolinita. Formam pacotes de rochas com espesso manto de alteração, argilo-arenoso, de baixa permeabilidade e porosidade. Tais substratos ocupam a região das Itoupavas, uma área urbana menos dissecada, de topografia menos íngreme e, portanto, com menores problemas geotécnicos que a região sul (vide foto da figura 8), (BLUMENAU, 1996; SANTA CATARINA, 1986).

Os aluviões quaternários ocupam a área central do município, cortada pelo rio Itajaí-Açú e se estendem em planícies ao longo dos tributários principais desse rio. Os sedimentos quaternários correspondem a materiais arenosos, siltosos, silto-argilosos, matacões e com alguns bolsões de argila orgânica mais escura.

O Grupo Itajaí ocupa a região centro sul, e é formado por rochas do período Proterozóico Superior, Cambro-ordoviciano ao Proterozóico Médio Superior (Formação Gaspar). A Formação Campo Alegre é formada por rocha sedimentar (argilitos e folhelhos), riolitos e traquitos com estruturas fluidas. A formação Gaspar se compõe de arenitos, ardósias, siltitos e poucos conglomerados. A Formação Baú compõem-se de conglomerados petromícticos. Quanto às características de estratificação, mostra planos inclinados, diques de riolitos, tufos, ainda rochas de baixa metamorfização, friáveis, com falhamentos freqüentes e, dobramentos, entre outros aspectos. Em função da heterogeneidade litológica, os solos também são muito variáveis e sujeitos a erosão e deslizamentos, em especial quando coincidem com áreas movimentadas. A foto da figura 8 mostra uma área de risco junto ao rio Garcia sujeita a dobramento sinclinal.

Figura 07

Mapa Geológico

do Município

de Blumenau - SC

LEGENDA

COMPLEXO GRANULÍTICO DE SC

GRUPO ITAJAÍ

- Formação Campo Alegre (Argilitos e Folhelhos)
- Formação Gaspar (Arenitos)
- Conglomerado Baú

COMPLEXO TABULEIRO

COMPLEXO METAMÓRFICO BRUSQUE

- Sequência Vulcano-sedimentar
- Sequência Terrígena (Micaxistos)

SUÍTE INTRUSIVA SUBIDA (Granitóides)

SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS

- Pequenos corpos lenticulares de metapiroxenitos (mp)
- Formações ferríferas estratiformes (fe)
- Formações de feldspato de K (fd)
- Formações de feldspato de K e quartzo (fd qz)

Convenções Geológicas

- Alinhamento Estrutural
- Falhas
- Contato Intrusivo
- Falha Inferida
- Atitude de Estratificação

Convenções Cartográficas

- Hidrografia
- Área Urbana

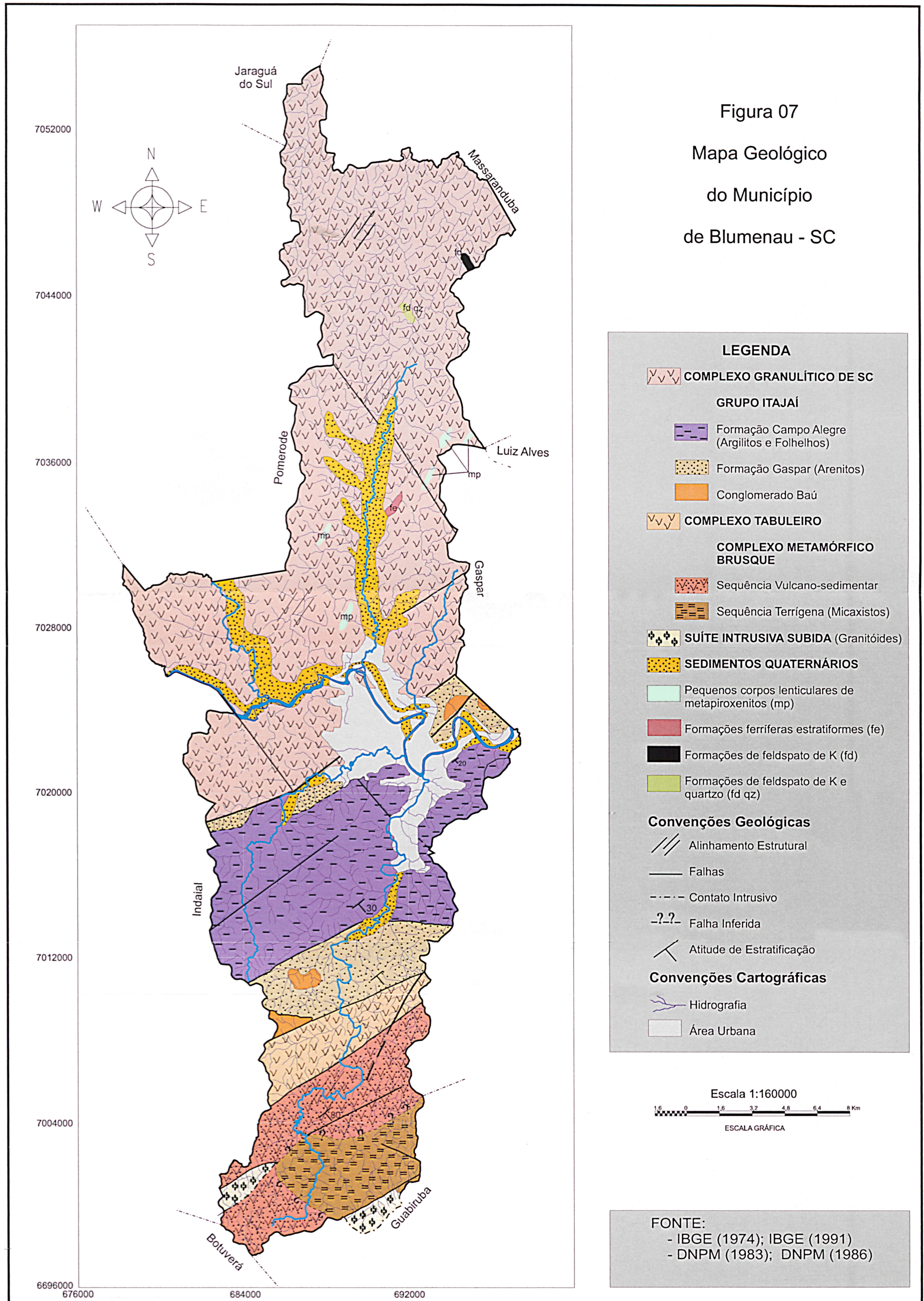
Escala 1:160000

1.6 0 1.6 3.2 4.8 6.4 8 Km

ESCALA GRÁFICA

FONTE:

- IBGE (1974); IBGE (1991)
- DNPM (1983); DNPM (1986)



Um falhamento bastante significativo é aquele onde se encaixa o rio da Velha, na margem direita do rio Itajaí-Açú. Tal falha atravessa toda a área de Blumenau, o rio Itajaí-Açú e estende-se até o flanco esquerdo do rio Fortaleza. É um dos mais expressivos limites geológicos, separando o Grupo Itajaí do Complexo Granulítico de Santa Catarina.

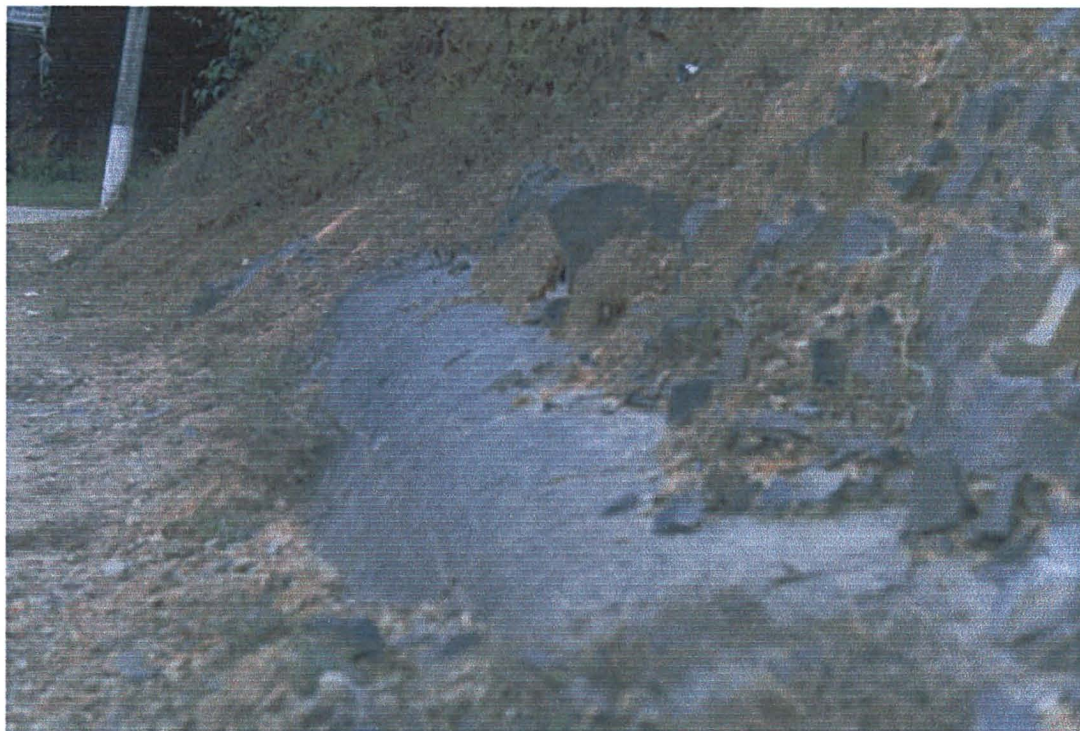


FIGURA 8 – FOTO MOSTRANDO ÁREA DE RISCO JUNTO DO PONTO DE COLETA DE AMOSTRAS (P2), DO RIO GARCIA, EM BLUMENAU – SC

O Complexo Metamórfico Brusque compreende rochas metamórficas, compostas por micaxistos, filitos, quartzitos, metavulcânicas básicas e ácidas, geradas no período Arqueano Superior a Proterozóico Inferior. O solo resultante desse substrato é argiloso, de cor vermelho a marrom, é plástico e impermeável. A região de domínio é acidentada e tem vocação a preservação permanente, uma vez que se trata de área de nascentes ainda de boa qualidade. Junto a ela se estende o Parque das nascentes, como área de preservação ambiental.

Quanto aos recursos minerais do município, tem-se as ardósias do Grupo Itajaí, Essas podem ser exploradas economicamente. Hoje o norte explora os granitos-gnaisses, que são fonte de brita e pedra para construção civil. Também a areia extraída dos rios é importante fonte de renda da região e fator auxiliar no desassoreamento dos

mesmos, especialmente o Itajaí-Açú. Existe ocorrência de Ouro, Chumbo, Ferro, Bário e outros bens minerais, embora com presença ainda não economicamente interessante.

3.5 GEOMORFOLOGIA

Blumenau no seu início se desenvolveu ocupando os aluviões do rio Itajaí-Açú e de seus afluentes. Depois se espalhou no sentido norte sul, ocupando inclusive áreas de grande declive. Como resultado do processo de ocupação das encostas íngremes e de espaços ribeirinhos inundáveis, agrava-se o desnudamento de terrenos de grande aclave, impróprios para ocupação. Tem-se também o truncamento dos solos, a ocupação de leitos de córregos e canais naturais de escoamento das águas, com construções ou arruamentos, o entulhamento do fundo de vales e o assoreamento de canais de drenagem, entre outros problemas.

O sítio urbano ocupa zona sedimentar recente e Serras da Formação Campo Alegre, essas representam áreas críticas de processos erosivos. Sua paisagem inserida na unidade denominada de escudo catarinense é caracterizada por vales profundos e estreitos, resultado de uma profunda dissecação do relevo; (SANTOS, 2000). A área mais acidentada corresponde ao sul do município, onde os substratos geológicos são o Complexo Metamórfico Brusque e o Grupo Itajaí. A dissecação da paisagem é definida pelos controles geológicos estruturais, de direção predominante nordeste. Os rios escoam em vales estreitos em formato “vê”, encaixados em falhamentos geológicos.

O município é praticamente seccionado pelo limite geológico entre o Complexo Granulítico de Santa Catarina, ao norte, e o substrato geológico do sul, mais especificamente os arenitos da Formação Gaspar. A parte norte e, em especial, a porção centro/norte do Município apresenta uma paisagem com dissecação homogênea, com morros arredondados de topo convexo, separados por superfícies plano-aluvionares, típicas dos “mares de morros”, das regiões tropicais atlânticas (BLUMENAU, 1996).

3.6 RELEVO E HIPSOMETRIA

Os diferentes substratos geológicos, e a distribuição norte-sul do município fazem com que as condições de relevo sejam bastante variadas. A topografia regional é acidentada, com elevados gradientes tanto em altitude como em declividade. Assim sendo, tem-se ao sul serras cobertas por mata ainda densa, de porte elevado, de difícil acesso, estabelecendo os limites entre os municípios de Guabiruba, Gaspar e Indaial. O norte do município faz limite com o município de Massaranduba, com um divisor de águas estreito, separando essa região, que também é íngreme, da bacia do rio Itoupava.

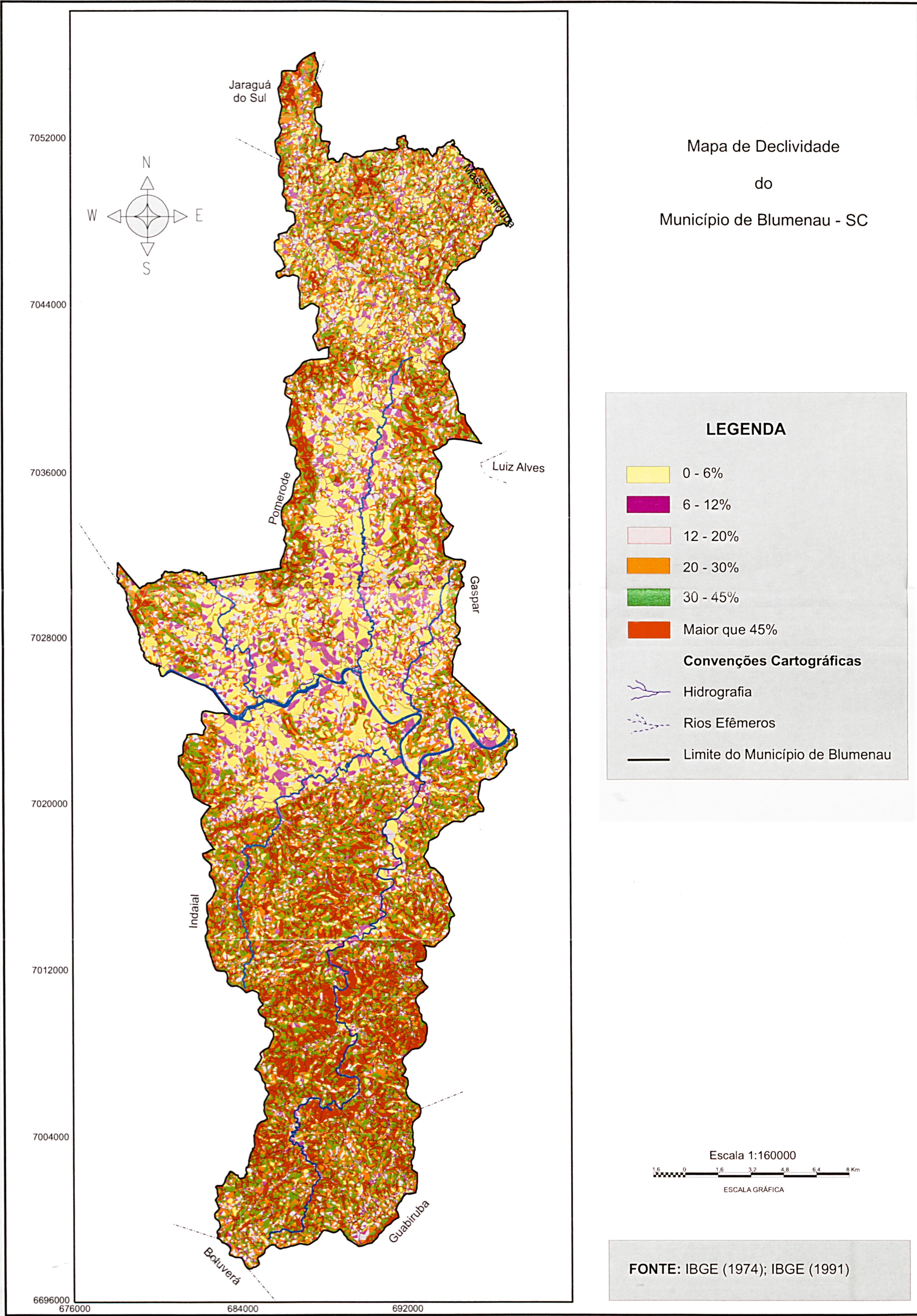
Com relação a hipsometria, as planícies aluviais se situam nas cotas abaixo dos 15 metros. No entanto, o município exhibe pontos elevados, inclusive de atração turística, que podem atingir altitudes de mais de 900 metros. O mapa da figura 9 ilustra as diferentes altitudes. Os pontos mais elevados correspondem ao morro santo Antônio com 970 metros e o morro Spitzkopf com 920 m. Duas serras se estendem na região centro norte município e a do Selke e da Carolina; na região sul tem-se a do Itajaí.

3.7 VEGETAÇÃO

Na classificação geral, a vegetação primária de Blumenau está inserida na categoria de “Mata Pluvial de Encosta Atlântica” (BLUMENAU, 1996). Trata-se de vegetação exuberante e complexa, que se estende pela faixa atlântica até altitudes de 800 metros (COMITÊ DO RIO ITAJAÍ AÇU, 2003; MATA Atlântica do Vale do Itajaí: < <http://sites.uol.com.br/jmacedoc/valem.htm>).

Originalmente os vales estreitos e profundos da bacia hidrográfica do rio Itajaí eram cobertos por essa floresta. As árvores da mata primária remanescente ainda podem apresentar porte avantajado de até 40 metros de altura e formam um agrupamento vegetal bastante heterogêneo. As epífitas estão presentes em grande número, compondo-se de bromélias, orquídeas e lianas lenhosas. A ocupação humana tem dizimado essa floresta primária, que é substituída por espécies que surgem espontaneamente e podem ter porte desde capoeirinha, até árvores de 20 metros de altura.

FIGURA 09 - MAPA DE DECLIVIDADE DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU - SC



Historicamente, como afirma MATTEDI (2001), a mata ciliar foi dizimada, cedendo lugar às áreas de cultivo de sobrevivência. Desmatamento em Blumenau é coisa antiga.

A topografia acidentada do Sul do município tem protegido as florestas primárias, que ainda exibem cobertura arbórea fechada com suas espécies como Canela-Preta, a Laranjeira-do-Mato e a Peroba-Vermelha, entre outras. Nessa região pode-se classificar a vegetação como Floresta Montana (Dm). Subindo em direção ao centro do município, tem-se uma faixa de Floresta Submontana (Ds). Mais para o Norte aparece a vegetação secundária, sem palmeiras, (Vss) e agricultura com culturas cíclicas e de menor porte (Acc) (SANTA CATARINA, 1986).

Apesar de não estar detalhado, o mapa de uso e ocupação do solo (fig. 10) dá uma idéia da densidade da cobertura vegetal do Município, e foi composto a partir de imagens de satélite (LANDSAT, 1997).

3.8 HIDROGRAFIA

O Município é cortado, no sentido oeste-leste, pelo rio Itajaí-Açú, cuja bacia é de vertente atlântica. Os afluentes do Itajaí-Açu mais significativos na região urbana de Blumenau são: o rio Garcia, da Velha, na margem direita e os rios Itoupava, Fortaleza e Testo na margem esquerda. Todos eles, com exceção do rio do Testo, têm suas micro-bacias totalmente inseridas no município.

Uma análise geral de cada rio situando seus pontos de coleta de amostras e as características principais, consta do item quatro, apresentado a seguir.

No mapa da rede de drenagem, da figura 11, estão os principais tributários do rio Itajaí-Açú.

FIGURA 10 -MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU - SC

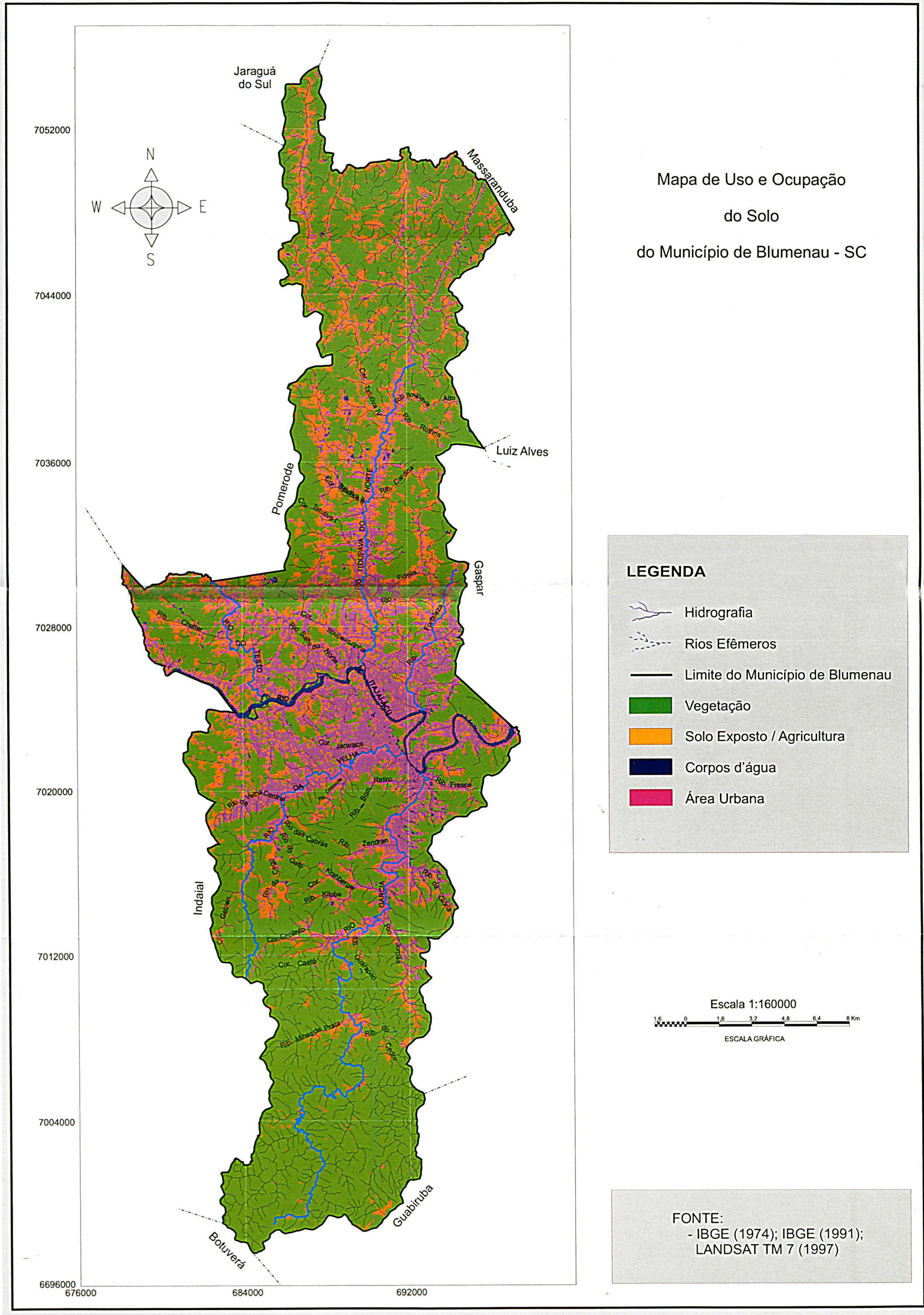
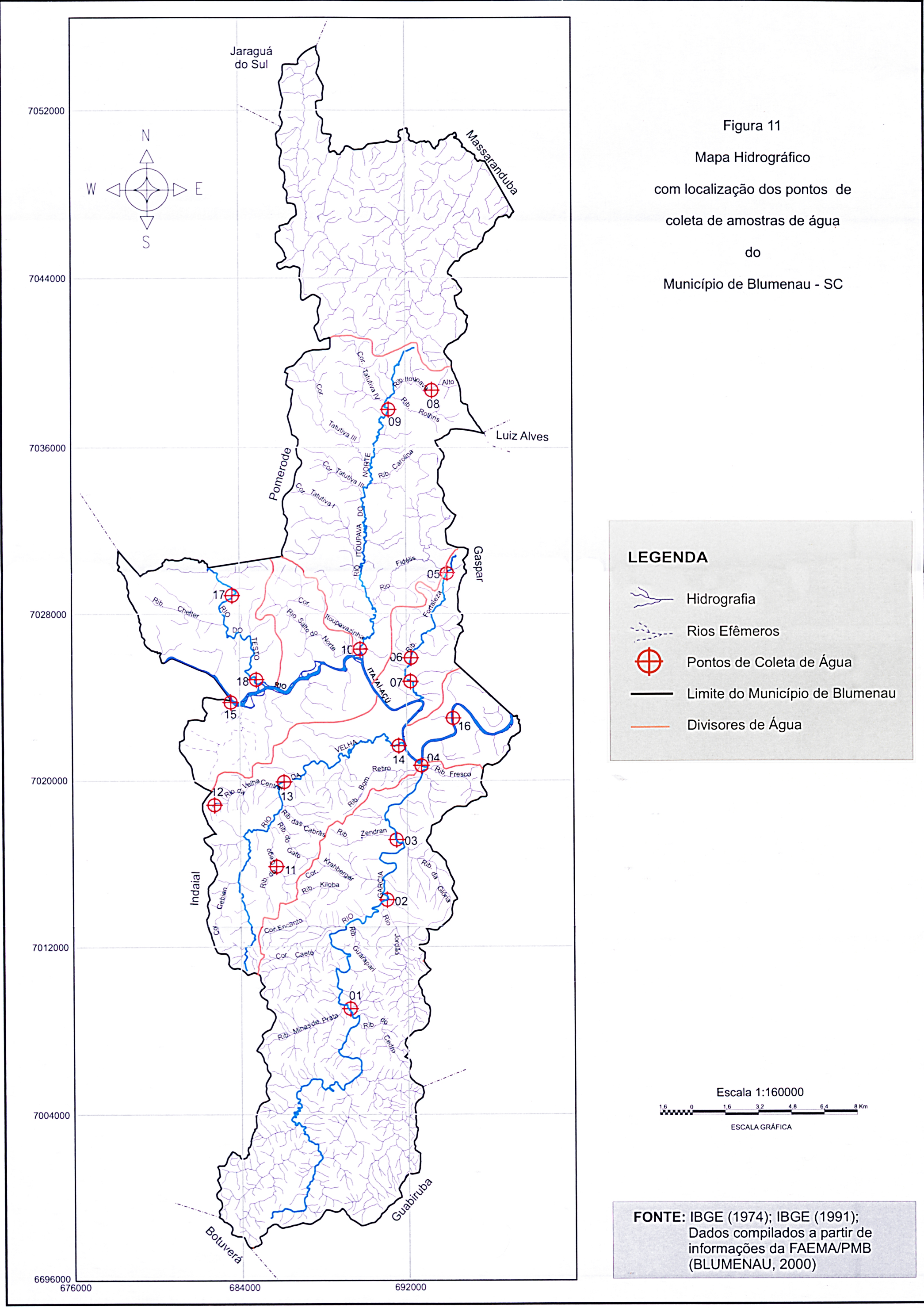


FIGURA 11 - MAPA HIDROGRÁFICO COM LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE BLUMENAU - SC



3.9 URBANIZAÇÃO

Transcrevendo MATTEDI (2001): “Há apenas 150 anos o meio ambiente de Blumenau era considerado um lugar selvagem, abandonado e despovoado”.

O modelo de ocupação, sobre aluviões, desde as margens dos rios até as vertentes, já orientava a ação predatória ambiental, com o desmatamento objetivando roças de subsistência. A atitude na época era: “vencer a natureza”, se instalar, sobreviver e prosperar. Assim, aqui chegaram inicialmente os alemães, depois os italianos. Esses últimos foram mais convencidos a se instalarem mais para o interior do continente. SANTOS (2000), falando sobre a ocupação urbana ao longo da história da cidade, comenta sobre a carta de ocupação da colônia, datada de 1864, cujo sistema utilizava lotes divididos igualmente, a serem oferecidos aos colonos. Esses eram distribuídos em forma de espinha de peixe ao longo o rio Itajaí-Açú, no sentido do interior do Vale, com derivações para as margens do rio Garcia e Itoupava.

A área central do município, mais plana, definida pelos aluviões do rio Itajaí-Açú, é a mais ocupada. Já se encontra, no entanto, limitada pelo crescimento desordenado e intenso dos últimos anos. A expansão do uso do solo, que ocupou áreas de encosta, especialmente nos bairros Garcia e Velha, tem levado a situações limitantes em termos de segurança e qualidade ambiental.

As áreas mais aptas à expansão urbana, hoje, são: a região norte do município, de topografia menos acidentada, e o entorno da Rodovia BR-470.

No mapa de uso do solo apresentado na figura 10, pode-se avaliar o quadro da expansão urbana da região.

Blumenau é uma cidade operária que hoje apresenta uma população urbana de cerca de 240.560 habitantes e na área rural 16.360 pessoas. O grau de alfabetização é de quase 92% no município. Dentre a população, cerca de 10% são crianças de 0 a 4 anos de idade. Predominam adultos em idade produtiva de 20 a 40 anos (IBGE, 2002).

A água tratada total servida à população, indústrias, e para outros usos, soma em média 1.200.000 de metros cúbicos por mês, o que corresponde a um consumo de cerca de 170 litros/pessoa.dia. (SAMAE, 2002).

3.10 ATIVIDADES ECONÔMICAS

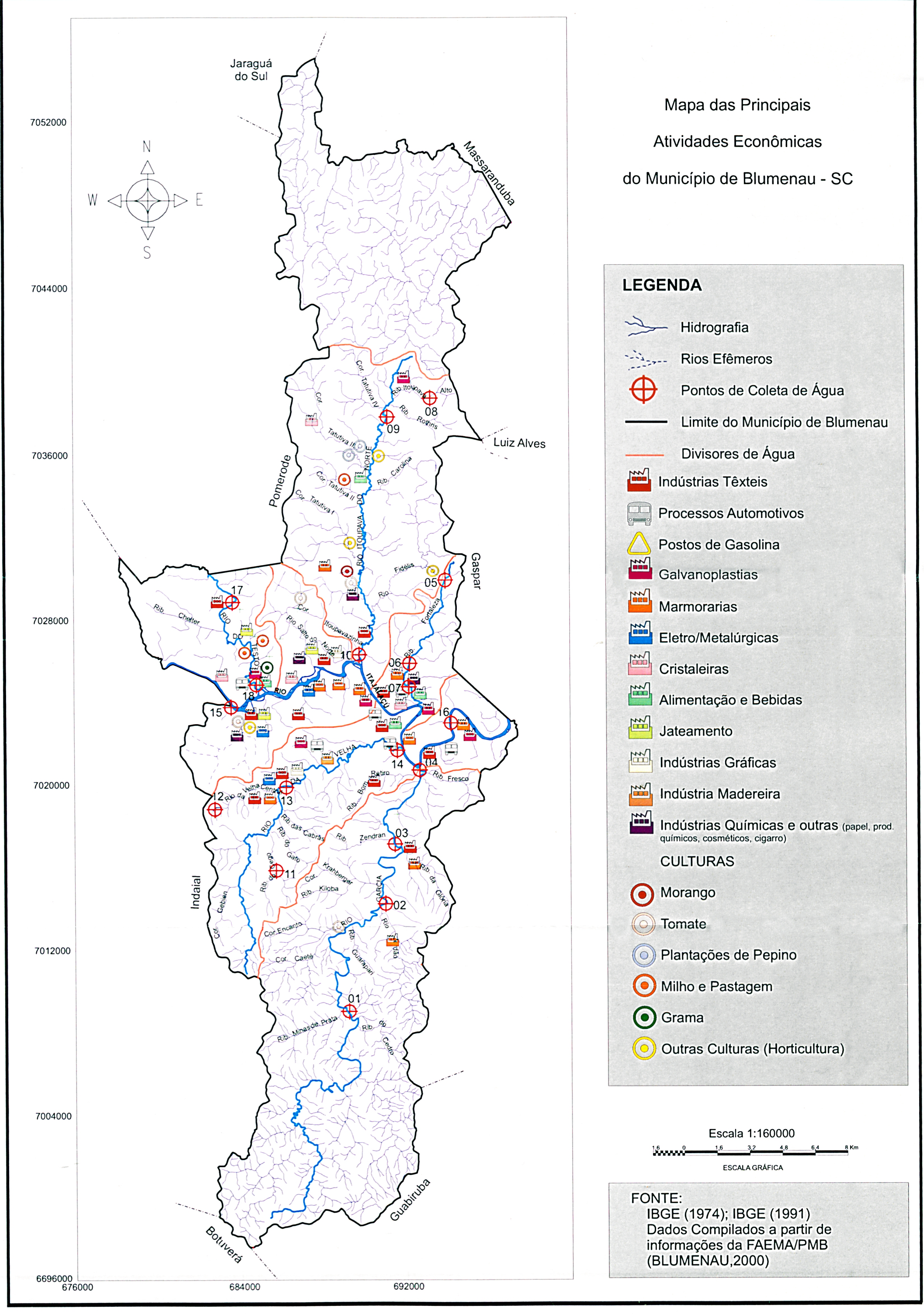
Blumenau tem sua economia baseada principalmente em atividades têxteis, sejam elas tecelagens, tinturarias e confecções de malhas. Outros ramos como o metalúrgico, de cristais, madeireiro, eletro-mecânico e de galvanoplastia, são desenvolvidos. É a principal cidade do Vale do Itajaí. As indústrias mais significativas são de médio e grande porte, especialmente na área têxtil. Uma grande parte utiliza os recursos hídricos superficiais do município para abastecimento de água e tem tratamento de efluentes. No mapa da figura 12, estão locadas as principais atividades econômicas do município (BLUMENAU, 2000). Funcionam, também, inúmeras outras atividades industriais e comerciais, de menor porte, mas fundamentais na economia, pois movimentam capitais, geram empregos e renda. São elas: prestadoras de serviços na área de processos automotivos, lavanderias, gráficas e foto-gravação, laboratórios de análises clínicas, marmorarias, indústrias de bebidas, de artefatos de cimento, e muitas outras. Embora individualmente não mostrem grande risco ambiental, juntas representam grande potencial poluidor. Nem todas possuem tratamento de efluentes.

Blumenau tem poucas atividades agropastoris em função não só de sua topografia nada favorável para tal, como também seus solos serem pouco produtivos. No entanto, em áreas mais aproveitáveis para o cultivo, planta-se milho, mandioca e outras culturas. Isso ocorre mais intensamente nos bairros Fortaleza, Testo, Itoupavazinha, Itoupava Central e Vila Itoupava e em parte na Velha.

Mesmo sendo a paisagem bastante movimentada, pratica-se alguma pecuária e portanto, surgem também significativos espaços ocupados com pastagens. Existem algumas culturas comerciais de tomate, morango, pepino, além de folhosas e legumes, para abastecimento local. Geralmente são cultivos concentrados e muitos deles em estufas ou processo de hidroponia. Dessas atividades as mais potencialmente poluentes são os cultivos de tomate, morango e as pastagens, pelos insumos e agrotóxicos que utilizam.

A ação dos Órgãos Ambientais tem sido decisiva para mudar o quadro de comprometimento ambiental. Hoje há mais conscientização da necessidade de tratar os efluentes industriais, mas, mesmo assim, a carga poluidora remanescente, lançada nos rios, é bastante significativa.

FOODS 12 MARFACAST KINOWAISNIVANDES ECONOMIICAS DO MONITOR 10 DE DOCUMENTOS 33



4 RIOS SELECIONADOS PARA O ESTUDO E SUAS CARACTERÍSTICAS.

Dentre todos os rios que drenam a área Blumenau, foram adotados os seis principais para o estudo: Garcia, da Velha, Fortaleza, Itoupava, do Testo, e o trecho do rio Itajaí-Açú que corta a cidade. Todos fazem parte da grande bacia do rio Itajaí-Açú. Suas micro-bacias estão inseridas no município, apenas a bacia do rio do Testo extrapola o limite municipal.

Foram definidos de dois a quatro pontos de coleta para cada rio, que podem ser observados no mapa hidrográfico (fig. 11) já apresentado. No cálculo da extensão dos canais principais adotou-se o ponto inicial como sendo P0.

4.1 RIO GARCIA

4.1.1 Localização do Rio e Pontos de Coleta

O rio Garcia tem suas nascentes nas serras que separam Blumenau do município de Botuverá, no extremo sul do município. Seu curso principal apresenta uma extensão total de 41500 m, e a área da bacia em torno de 158 km².

São quatro seus pontos de monitoramento da qualidade. Conforme a notação adotada: P1, P2, P3 e P4. Na tabela 5 tem-se a localização dos pontos considerados.

Na altura do ponto P1 o rio já recebeu grande parte das águas de suas cabeceiras. A área ainda está quase intocada, com pouco efeito antrópico, como se pode observar na foto da figura 13. A paisagem acidentada, a vegetação intensa e o solo pouco apto ao cultivo, ainda estão ganhando na luta contra a ocupação humana. A preservação ambiental, também incrementada pela instalação do Parque das Nascentes próximo, ajuda a manter o ecossistema equilibrado.

O ponto P2, mostrado na figura 14, está localizado numa região com maior uso do solo que a de P1, e, inclusive, é uma área de risco (fig. 8). A cobertura vegetal é menor, encontrada apenas as encostas. O vale do rio nesse ponto também é estreito. A

montante desse local é encontrada cultura comercial de morangos e tomates e atividades industriais, que podem ser observadas no mapa da figura 12.

TABELA 5 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO GARCIA

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (UTM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
1	689222	7009047	PO até P1=20,7	Meio da Ponte, estrada que leva às Minas de Prata, antes da Escola Margarida Freigang
2	691016	7014240	P1 até P2=10,1	Ponte pênsil na rua Santa Maria, sentido bairro/ Centro, logo após foz do tributário Jordão
3	691473	7017141	P2 até P3=5,2	Ponte da Rua Capinzal, próximo ao Clube Centenário, sentido bairro/centro
4	692713	7020715	P3 até P4=5,5	Ponte do final da rua XV de Novembro, no centro, junto à foz no Rio Itajaí-Açú.

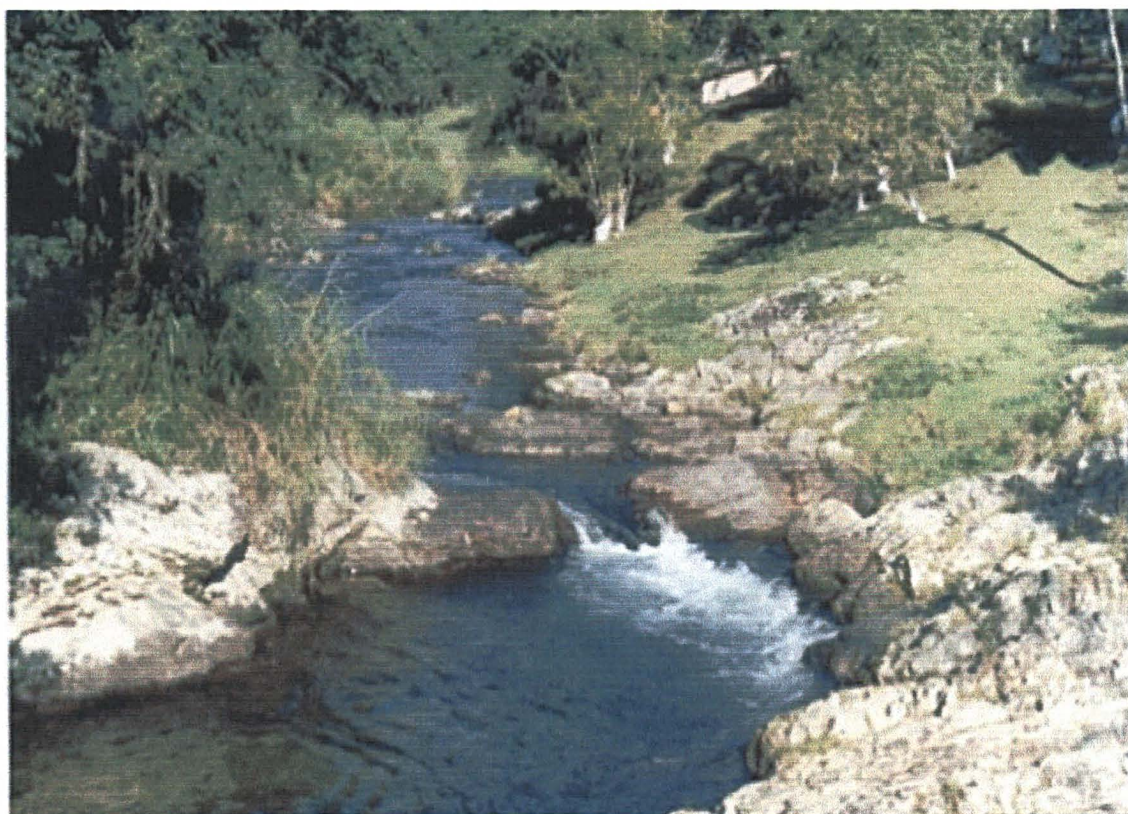


FIGURA 13 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P1 DO RIO GARCIA, ONDE SE PODE VER A BELA PAISAGEM, E OS AFLORAMENTOS DOS GNAISSES INTEMPERIZADOS DO COMPLEXO TABULEIRO.

No entorno do ponto P3 (fig. 15) estão grandes indústrias e a densidade de ocupação urbana é elevada. O espaço das bancadas do rio está todo comprometido. A carga de esgoto sanitário e industrial lançada nesse trecho é, portanto, significativa. Não há mata ciliar. Somente os topo das elevações vizinhas ainda detêm alguma vegetação.

O ponto P4 corresponde à foz do rio, localizada no centro antigo da cidade, (fig. 16). É comum se ver a pluma das águas mais poluídas do rio Garcia misturando-se às águas do rio Itajaí-Açú nesse local.

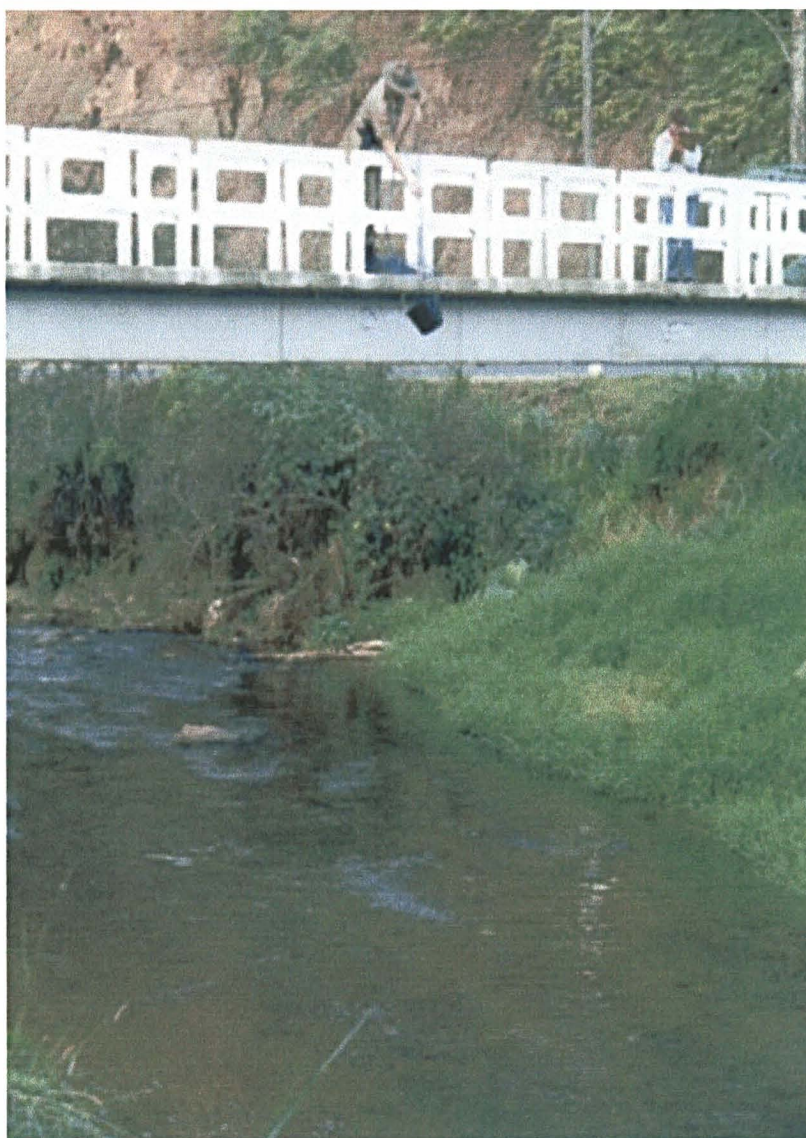


FIGURA 14- LOCAL DO PONTO DE COLETA P2, DO RIO GARCIA MOSTRANDO O MOMENTO DA COLETA DA ÁGUA, AO FUNDO TEM-SE O AFLORAMENTO DOS ARGILITOS DA FORMAÇÃO CAMPO ALEGRE.



FIGURA 15 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P3, DO RIO GARCIA, AO FUNDO PODE-SE VER A ENTRADA DE ESGOTOS/ EFLUENTES, TAMBÉM SE NOTA O ASPECTO POLUÍDO DAS ÁGUAS, E OS FOLHELHOS DO SUBSTRATO (FORMAÇÃO CAMPO ALEGRE)

4.1.2 Características da Bacia

4.1.2.1 Densidade populacional

A população instalada na bacia do rio Garcia, incluindo áreas mais urbanizadas e área rural, soma cerca de 45000 pessoas. Inúmeros bairros são drenados. Entre eles, Jordão, Progresso, Gloria, Valparaíso, Garcia, Vila Formosa, Jardim Blumenau, Ribeirão

Fresco, e o Centro da cidade. Apenas uma pequena parcela dos esgotos sanitários é tratada por processo biológico, a maior parte é lançada no rio Garcia e nos seus afluentes sem qualquer tratamento. O uso do sistema de fossa e filtro anaeróbio de fluxo ascendente, residencial, como recomendado atualmente, se efetivamente utilizado abrandaria muito os agravantes dos esgotos lançados nos rios. Entretanto, apesar da exigência, seu dimensionamento, sua instalação e operação ainda carecem de maior fiscalização.



FIGURA 16 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P4, DO RIO GARCIA, REGIÃO CENTRAL DE BLUMENAU, ONDE SE OBSERVA A FOZ DO RIO E SEU ENCONTRO COM O RIO ITAJAÍ-AÇÚ (LADO DIREITO DA FOTO)

4.1.2.2 Aspectos fisiográficos da bacia

Dentre os fatores determinantes das características hidrológicas do sistema fluvial da bacia do rio Garcia está a altitude elevada de suas nascentes. Também a grande cobertura vegetal, proporciona um efeito climático de maior pluviosidade e menor temperatura. Os solos são pouco aptos a atividades primárias (Ra1), pouco férteis, apresentam textura argilosa, fase pedregosa e afloramentos rochosos, entre outros inconvenientes.

A bacia de drenagem do rio Garcia ocupa áreas de estruturas geológicas muito diferenciadas. Em função disso, segundo GUERRA e GUERRA (1997), pode-se classificar o rio como composto. As rochas desse curso superior são pouco permeáveis e o escoamento superficial favorece um modelo de dissecação intensa. Seguindo para o curso médio e inferior, esses são menos acidentados, drenam áreas de menor cobertura vegetal e também com um tipo de substrato rochoso mais permeável. Tem-se, então, uma drenagem menos densa, espaçada, com a bacia convergindo para sua descarga.

Quanto à gênese, o curso principal do rio pode ser classificado como superimposto, com afluentes subsequentes e obsequentes.

Em relação ao padrão de escoamento, na margem esquerda, em seu curso superior, seus tributários exibem drenagens do tipo dendrítica e também paralela, controlados pela estrutura rochosa RICCOMINI, GIANNINI e MACINI (2000); SKINNER e PORTER (1995), provavelmente acompanhando zonas de fraqueza ou diaclasamentos (rochas meta-vulcanos-sedimentares e micaxistos, do Grupo Brusque e granitóides da Suíte Intrusiva Subida). O paralelismo ali observado se deve provavelmente às vertentes com declives acentuados em conjunto com os controles estruturais locais. No curso superior direito a drenagem é significativa, tem traçado dendrítico. O substrato drenado corresponde a micaxistos e a um relevo movimentado. No curso médio a densidade de drenagem é reduzida em função de embasamento mais permeável (arenitos da Formação Gaspar), e área de vertentes menos íngremes. Nota-se um claro padrão de drenagem radial, na margem direita, entre os tributários Jordão e Gloria.

Com relação à geometria do rio, esse é canal único, com certa sinuosidade ou baixo índice de meandramento, com razão entre largura e profundidade menor que 40 (TEIXEIRA et al., 2000). Segundo SCHUMM (1977), que amarra o padrão dos meandros

à relação P (relação entre a extensão do rio e o comprimento do vale de drenagem), seu índice seria de médio a elevado meandramento, com o valor de 1,7.

Na organização da rede de drenagem os canais são desde quarta ordem, nas áreas de densidade de drenagem maior, até primeira ordem.

Nessa hierarquização entre afluentes e subafluentes tem-se alguns rios de porte significativo, como o Jordão, até pequenos córregos perenes. Muitos, não são sequer nomeados. SANTOS (2000) ao fazer a análise morfométrica da bacia do rio Garcia, enumerou 20 afluentes com mais de 1000 metros de extensão, em ambas as margens do rio. No presente estudo são enfatizados apenas os rios constantes da tabela 6, seguinte.

TABELA 6 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO GARCIA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS

MARGEM DIREITA	ORDEM	MARGEM ESQUERDA	ORDEM
Ribeirão do Cedro	2ª.	Ribeirão Minas de Prata	3ª.
Ribeirão Nova Rússia	2ª.	Córrego Caeté	3ª.
Ribeirão Guarapari	2ª.	Córrego Encano	3ª.
Rio Jordão	3ª.	Ribeirão Kiloba + Ribeirão Krohberger	2ª + 3ª.
Ribeirão da Glória	3ª.	Ribeirão Zendron	2ª.
Ribeirão Fresco	2ª.	..	..

NOTA: Sinal convencional utilizado:
.. Não se aplica dado algum.

4.1.2.3 Atividades Econômicas Potencialmente Poluentes

No mapa da figura 12, pode-se observar a localização das principais atividades econômicas da bacia.

A região é acidentada desde as cabeceiras até o curso médio da bacia. Tal topografia, e mesmo a baixa fertilidade dos solos, felizmente, não anima atividades agropastoris de porte, especialmente na área de suas nascentes. Mesmo assim, encontram-se culturas comerciais de morango e tomate, em sistema de estufas. No

caso, a qualidade e intensidade dos insumos utilizados (pesticidas e adubos), podem representar grande risco ambiental.

Inúmeros são os postos de gasolina instalados nos corredores principais de escoamento dos bairros, geralmente se localizam junto às margens do rio Garcia. Apesar da exigência de poços de monitoramento dentro das normas, nem todos esses estabelecimentos usam critérios construtivos adequados ou profissionais devidamente qualificados para tal.

Na terça parte final do rio, no seu baixo curso, próximo ao ponto de coleta P3, há uma densidade maior de atividades potencialmente poluentes, como: indústrias têxteis, gráficas e de cigarro; lavanderias, estamparias, hospitais, e prestadores de serviços diversos, como lavagem de automóveis, laboratórios fotográficos, salões de beleza, oficinas mecânicas, entre outras.

4.2 RIO FORTALEZA

4.2.1..Localização do Rio e Pontos de Coleta

O rio Fortaleza nasce nas serras que separam Blumenau do município de Luiz Alves, na parte leste do município. Trata-se de uma bacia pequena. O canal principal com uma extensão total de 9400 m, e uma área de 19,6 km². Sua foz é na região central, no Rio Itajaí-Açú.

São três seus pontos de monitoramento da qualidade: P5, P6, P7 (tab.7). Localizado junto às nascentes do rio, o ponto P5 já mostra área bastante urbanizada no seu redor. A cobertura vegetal ocupa somente as cotas superiores e se observam até alguns pequenos reflorestamentos próximos, indicando o nível de uso dos terrenos locais, que comportam pastagens e cultivos, alguns em escala comercial. Na figura 17 pode-se observar esse ponto de coleta.

No entorno do ponto P6 há um grande número de indústrias, residências e outras atividades, que se misturam com algumas áreas de cultivo remanescentes. Esse ponto e o P7 estão totalmente dentro da área urbana. Podem ser vistos nas figuras 18 e 19 seguintes.

TABELA 7 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO FORTALEZA

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (UTM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
5	693970	7029866	P0>05=1,2	Rua Arhur Schwantz, junto à tubulação do rio, logo na entrada da rua, lado direito.
6	692233	7025890	05>06=5,2	Rua Francisco Vlhadieck quase esquina com Rua Engenho, no meio da ponte.
7	692177	7024766	06>07=1,4	Final rua Max Schdeimantel, atrás da empresa Vonpar, no meio da passarela.



FIGURA 17 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P5, DO RIO FORTALEZA, QUANDO O MESMO AINDA TEM O PORTE DE UM PEQUENO CÓRREGO



FIGURA 18 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P6, DO RIO FORTALEZA



FIGURA 19 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P7, DO RIO FORTALEZA

4.2.2 Características da Bacia

4.2.2.1 Densidade populacional

A bacia do rio Fortaleza é bastante urbanizada em quase toda sua extensão e compreende o Bairro Fortaleza e parte dos bairros Fidelis e Itoupava Norte. A população urbana e rural, considerando metade da população do bairro Fidelis, um terço do bairro Itoupava Norte, e todo Bairro Fortaleza, somam aproximadamente, 17200 pessoas. Os esgotos sanitários, em grande parte, são lançados diretamente nos rios. A distribuição da ocupação urbana pode ser observada no mapa da figura 09.

4.2.2.2 Aspectos fisiográficos da bacia

O rio Fortaleza e seus afluentes drenam uma pequena bacia de substrato gnáissico (Complexo Granulítico de Santa Catarina). Esse embasamento cristalino impermeável normalmente leva a um escoamento superficial maior. Entretanto, a região está sujeita a inúmeros diaclasamentos, que permitem a infiltração da água.

Em termos de solo, a bacia apresenta características pedológicas semelhantes em toda área (PVa12), conforme pode ser observado no mapa de solos da figura 06. Suas nascentes estão em área de topografia relativamente acidentada e de cobertura vegetal não expressiva. Na maior parte trata-se de floresta secundária. Pastagens e áreas de plantio ocupam os vales e vertentes menos íngremes. Densamente povoada, a região apresenta, no entanto, áreas de solo cultivável, e portanto, mais exposto a infiltração maior das águas de chuva.

Quanto à gênese, o curso principal do rio pode ser classificado como superimposto, com afluentes subsequentes e insequentes.

Em relação ao padrão de escoamento, a bacia apresenta baixa densidade de drenagem, com seus afluentes mostrando padrões dendríticos, com alguns expondo cotovelos que lembram quase um padrão dendrítico-retangular, típico de rochas homogêneas cortadas por fraturas (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Com relação ao traçado do canal do rio, esse é único com pequena sinuosidade. Na organização da malha de drenagem os canais são, na maioria, de primeira ordem.

Apenas alguns poucos de segunda ordem. Nenhum tributário é de porte ou extensão significativos.

4.2.2.3 Atividades econômicas potencialmente poluentes

Apesar do relevo não ser plano, e a qualidade do solo não ser das melhores, existe cultivo comercial de tomate, pimentão, milho, morango, com os agravantes normais de pesticidas, adubos e corretivos de solo sendo aplicados. Especial atenção deve ser dada a aplicação maciça dos controladores de ervas daninhas nas pastagens (vide o apêndice 3). No mapa da figura 12 pode-se observar a localização das principais atividades econômicas da bacia.

Toda a área da bacia mostra atividades potencialmente poluentes. Há indústrias de refrigerantes, galvanoplastias, lavanderias, estamparias, postos de gasolina, e prestadores de serviços diversos e área de aterro de entulhos.

4.3 RIO ITOUPAVA

4.3.1 Localização do Rio e Pontos de Coleta

O Itoupava tem suas nascentes no espigão do bairro Vila Itoupava, bem ao norte do município. O curso principal do rio apresenta uma extensão total de 20800 metros e com seus afluentes cobre uma área de 96,3 km². Sua bacia estende-se perpendicularmente, ao trecho Blumenauense do rio Itajaí-Açú, na margem esquerda desse, ocupando cerca de 2/3 dessa extensão. Três são seus pontos de monitoramento: P8, P9, P10, conforme a tabela 8. O ponto P8, localizado no primeiro afluente significativo do alto curso do rio, está em área rural, com muita vegetação e relevo movimentado. O local específico de amostragem é em área de pastagens, onde se podem ver afloramentos rochosos dos gnaisses máficos (fig. 20) da área.

O ponto P9 já apresenta algumas residências e inclusive culturas, principalmente milho, plantado até o limite da calha do rio (fig. 21). Entretanto, ainda corresponde à região rural de Blumenau.

TABELA 08 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO ITOUPAVA

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (UTM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
08	0693266	7038672	P8>rio=2,5	No afluente do rio Itoupava, Ribeirão Itoupava Alto, Estrada do rio Bonito, 1 Km após a pedreira da Prefeitura, em ponte de acesso a propriedade particular.
09	0691192	7037757	P0>09=4,0	Estrada M. Jensen, ponte na confluência com rua Gustavo Zimmermann.
10	0689732	7026298	09>10=16,8	Ponte pênsil que liga a rua 30 de agosto à rua Dois de setembro.

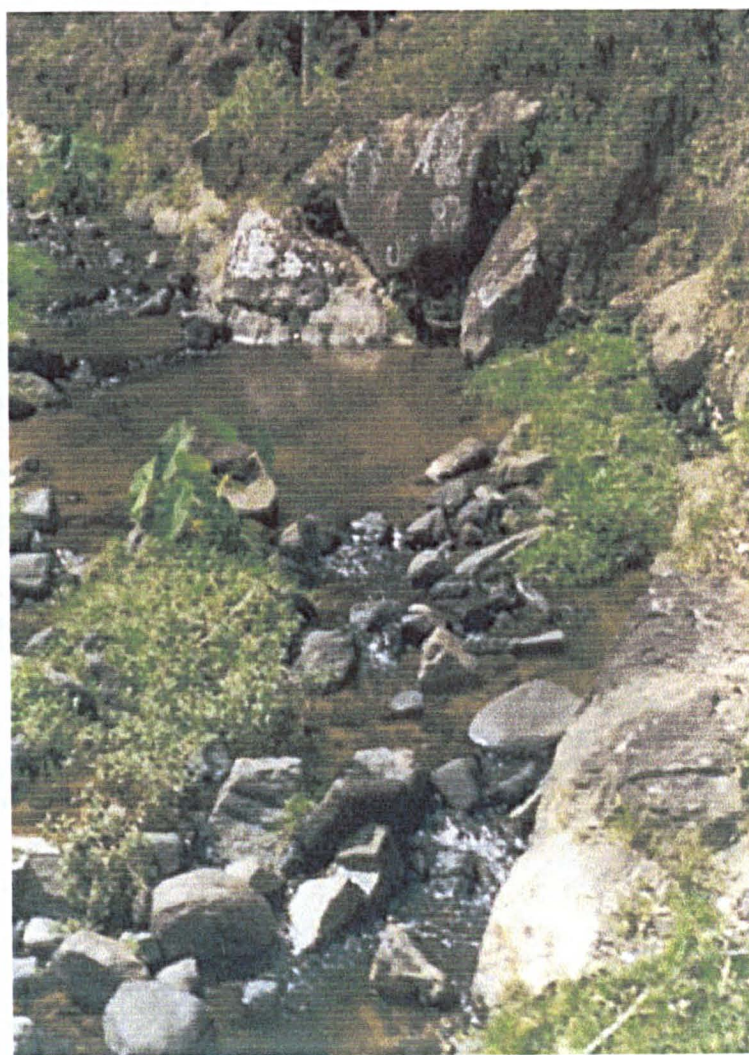


FIGURA 20 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P8, DO RIO ITOUPAVA, NOTE-SE OS AFLORAMENTOS DOS GNAISSES MÁFICOS DA ÁREA

Bem mais próximo à desembocadura no rio Itajaí-Açú está o ponto P10. Ali o rio corre entremeio a residências, indústrias e inúmeras outras atividades que lhe conferem significativa carga poluente. Passa, inclusive, por áreas de cultivo e solo exposto. Os sólidos carregados dão cor às águas, o que pode ser facilmente observado na figura 22.

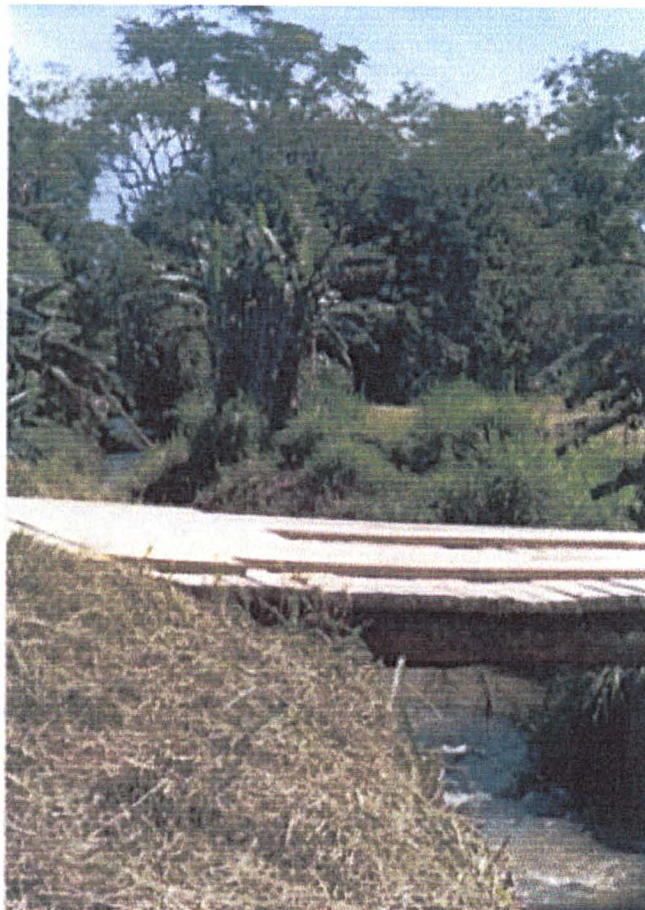


FIGURA 21 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P9, DO RIO ITOUPAVA, NESSE LOCAL É COMUM SE ENCONTRAR ROÇAS PLANTADAS ATÉ A BARRANCA DO RIO

4.3.2 Características da Bacia

4.3.2.1 Densidade populacional

A população que ocupa a bacia do rio Itoupava é mais concentrada, nos bairros próximos ao centro, embora esteja assentada em todas as laterais do rio. Abrange inúmeros bairros, entre eles, Vila Itoupava, Itoupava Central, parte de Fidelis, Itoupavazinha, Itoupava Norte e Salto do Norte. Incluindo áreas urbana e rural, considerando apenas metade da população do bairro Fidelis, um terço dos bairros

Itoupava Norte, Itoupavazinha e Salto do Norte, mais os bairros Itoupava, Itoupava Alta, Itoupava Central, o total estimado de pessoas é de 39800.



FIGURA 22 - LOCAL DO PONTO DE COLETA 10, DO RIO ITOUPAVA ONDE SE PODE VER A COR INTENSA AMARELADA DAS ÁGUAS EM FUNÇÃO DOS SÓLIDOS CARREADOS

Como nas demais áreas do município, apenas uma pequena parcela dos esgotos sanitários passa por fossas residenciais. Na área rural os esgotos seguem diretamente para os pequenos riachos e córregos. A distribuição da ocupação urbana pode ser observada no mapa da figura 10

4.3.2.2 Aspectos fisiográficos da bacia

A bacia do rio Itoupava drena, toda ela, área de substrato gnáissico do Complexo Granulítico de Santa Catarina (fig.7). Entretanto os gnaisses não são homogêneos e ainda apresentam alto grau de fissuramento (inclusive mostram linhas de falhas bastante significativas). Talvez em função disso, a densidade de drenagem não é tão grande como esperada para substratos pouco permeáveis. A paisagem da área exibe um relevo bem menos movimentado que no sul do município, isso contribui também para o tipo de drenagem menos densa.

A cobertura vegetal é significativa somente no trecho superior do rio. Embora mesmo ali já se encontre bastante secundarizada e substituída por pastagens e algumas culturas. Curiosamente é habitada por monos e outros animais típicos da região, que nessa área ainda encontram abrigo, alimento e sossego, mesmo junto aos humanos.

Com relação aos solos, tem-se ao norte da bacia aqueles classificados como Ca32, Ca24 e PVa13, PVa12, PVa8. Nas áreas mais planas, junto às margens do rio, estão os solos HPGd5 e HGPd3 e outros conforme pode ser visto no mapa de solos (fig. 6).

O canal principal desse rio, quanto à gênese, pode ser classificado como superimposto, com afluentes subseqüentes, obsequentes (margem esquerda) e insequentes (margem direita).

Na margem direita, em quase todo seu curso, os tributários seguem aproximadamente um padrão de drenagem dendrítica aproximadamente paralela. Esse comportamento é comandado pelas vertentes mais acentuadas e/ou controles estruturais. Na margem esquerda a drenagem é dendrítica, e os canais não apresentam controles definidos (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

Quanto ao traçado, apresenta-se como canal único, com meandramento insipiente. A hierarquização dos canais na margem esquerda chega à quarta ordem. Na margem direita, apenas o ribeirão Fidelis exibe tal ordem, os demais afluentes são bem menores. Apesar de apresentar inúmeros afluentes apenas os de maior porte são nomeados, conforme mostrados na tabela 9.

TABELA 9 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO ITOUPAVA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS

MARGEM DIREITA	ORDEM	MARGEM ESQUERDA	ORDEM
Córrego Tatutiva IV	3 ^a .	Ribeirão Itoupava Alta	2 ^a .
Córrego Tatutiva III	4 ^a .	Ribeirão Rothris	3 ^a .
Córrego Tatutiva II	3 ^a .	Ribeirão Carolina	3 ^a .
Córrego Tatutiva I	4 ^a .	Ribeirão Fidelis	4 ^a .
Córrego Itoupavazinha	1 ^a.	..	..

NOTA: Sinal convencional utilizado:
 .. Não se aplica dado algum.

4.3.2.3 Atividades econômicas potencialmente poluentes

As regiões norte e centro norte da bacia estão em franco desenvolvimento. A rua Dr. Pedro Zimmermann que acompanha o traçado do rio Itoupava, é um corredor natural muito utilizado, sendo um dos acessos naturais a Blumenau. Sua topografia menos acidentada é atraente à ocupação. Cresce, portanto, o uso do solo nessa região, com empresas, indústrias, atividades agrícolas, e toda a infra-estrutura econômica que vem com elas.

Tem o maior índice de atividades agrícolas do município. Ao norte tem-se lavouras de milho e muitas pastagens. Na região sul tem-se cultivo de tomate, morango, pimentão, milho e algumas pastagens. No mapa da figura 12, pode-se observar a localização das principais atividades econômicas da bacia.

4.4 RIO DA VELHA

4.4.1 Localização do Rio e Pontos de Coleta

O rio da Velha, tem seus ribeirões e córregos formadores das suas cabeceiras na região sudoeste do município, nas serras que separam os argilitos e folhelhos que

compõe a Formação Campo Alegre dos arenitos da Formação Gaspar. Prolonga-se em direção ao norte, recebendo vários rios contribuintes, até encontrar o limite geológico entre os gnaisses do Complexo Granulítico de Santa Catarina e o Grupo Itajaí. Nesse ponto recebe as águas do Ribeirão Velha Central, que já corre praticamente sobre a linha de falha existente. Segue então paralelo ao rio Itajaí-Açú, em sua margem direita, com seu canal encaixado na linha divisora das litologias, até sua foz, na região central de Blumenau. São 21.500. m de extensão, distribuídos numa bacia de 63,0 km².

Seus quatro pontos de monitoramento, P11, P12, P13 e P14, estão endereçados conforme a tabela 10. O ponto P11 na verdade não se encontra na calha principal do rio e, sim, no seu primeiro afluente significativo da margem direita, o Ribeirão do Gato. Trata-se de área rural de Blumenau com atividades mais ligadas a pequenos cultivos de subsistência e pastos para gado. Ainda apresenta muita vegetação e é área acidentada. Também o ponto P12 está no seu afluente Ribeirão Velha Central. Trata-se de região geologicamente muito interessante (vide mapa geológico da figura 7).

TABELA 10 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO DA VELHA

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (ITM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
11	0685711	7015861	P11 até o rio 2,10	No Ribeirão do Cego, no final da rua Hermann Ktatz, meio da ponte de madeira.
12	0682765	7018820	P12 > rio = 3,8	Rua Reinoldo Gutz, divisa Blumenau/Encano, Junto ao córrego da Velha Central,
13	0686109	7019952	P13 > rio = 12,1	atravessa a rua por tubulação, na rua Henrique Ponte - pensil - Rodover, na rua Henrique Joaquim Muller.
14	0691612	7021674	13 > 14 = 9,1 P14 > rio Itajaí- Açú = 0,3	Rua São Paulo, sobre ponte, no centro de Blumenau, antes da Prefeitura

A paisagem acidentada do ponto 12, instalado do córrego Velha Central, condicionado a escoar no fundo do vale, que também corresponde ao encaixe de três substratos geológicos diferentes, como seja: os arenitos da Formação Gaspar, os argilitos e os folhelhos da Formação Campo Alegre, ainda os gnaisses do Complexo Granulítico do norte. O ponto P13 está no canal principal do Rio da Velha. O espaço ali exhibe uma grande ocupação urbana; desmatamentos; taludes íngremes, desprotegidos e

ocupados. No centro do município está o ponto P14, um pouco antes da desembocadura do rio no Itajaí-Açú. Nas figuras 23, 24, 25 e 26 podem ser observados os locais de amostragem nesse rio.



FIGURA 23- LOCAL DO PONTO DE COLETA P11, DO RIO DA VELHA, NESSE TRECHO DE UM DOS SEUS AFLUENTES (O RIBEIRÃO DO GATO) A REGIÃO AINDA APRESENTA BAIXA OCUPAÇÃO

4.4.2 Características da bacia

4.4.2.1 Densidade populacional

A bacia drena parcialmente a área do bairro Vila Nova, inclui os bairros Victor Konder, Velha, Velha Grande e Água Verde. A população instalada na bacia do rio da Velha, incluindo áreas mais urbanizadas e área rural, soma cerca de 52.800 pessoas. A densidade de ocupação inicia na altura do ponto P13 e se prolonga, muito alta, até o centro e Blumenau. Nesse trecho o rio é muito confinado, principalmente em sua margem direita, as vertentes são íngremes e o espaço é disputado.

4.4.2.2 - Aspectos fisiográficos da Bacia

Como no caso da bacia do rio Garcia, existem fatores de controle climáticos, fisiográficos e geológicos que exercem um efeito muito marcante nas características hidrológicas dessa bacia. Praticamente toda a extensão do seu alto curso apresenta expressiva cobertura vegetal.

Nas nascentes, conjugada à vegetação, tem-se uma paisagem movimentada. Tal condição propicia uma maior precipitação e temperaturas mais amenas na região. Pode-se dizer que praticamente toda a bacia tem como substrato rochas relativamente impermeáveis, ou seja: na margem direita os folhelhos e argilitos, na esquerda, os gnaisses.

Os solos são na sua maioria pouco férteis e pertencentes à categoria Ra2. A oeste, e mais próximo às margens do rio, tem-se solos melhores do tipo Ce3.

Quanto à gênese, o curso principal do rio pode ser classificado como superimposto, com afluentes subseqüentes, obsequentes e insequentes.

Normalmente o esperado seria uma densidade de drenagem elevada e os canais dos rios pouco distantes entre si (SANTOS, 2000; TEIXEIRA et al., 2000; SUGUIO e BIGARELLA, 1990), pelas rochas pouco permeáveis e áreas acidentadas. Entretanto, o traçado não forma uma rede tão densa e nem os canais estão muito próximos. O que pode significar rochas mais porosas ou a presença de falhamentos ou diaclasamentos significativos no substrato da bacia.

Observa-se padrão dendrítico de escoamento, com um canal único principal que apresenta baixo meandramento. Seus afluentes da margem direita são de primeira a terceira ordem, de traçado simples e curto, comandados pela topografia local. Na margem esquerda são todos de primeira ordem e alguns até não perenes.

Conforme a tabela 11, seguinte, os tributários mais expressivos são: na margem direita, Ribeirão do Cego, Ribeirão do Gato, Ribeirão das Cabras e Ribeirão Concórdia e na sua margem esquerda, Córrego Gebien, Rio da Velha Central e Córrego Jararaca, inclusive esse último é um rio de característica alóctone.

4.4.2.3 Atividades econômicas potencialmente poluentes

As nascentes e toda região noroeste da bacia ocupa regiões de relevo acidentado, de solos pouco férteis e vegetação fechada. Tal situação, também nesse caso, felizmente ainda tem preservado a área. A ocupação ali é pequena. A partir da média altura do curso do Rio da Velha Central, no entanto, margeando o rio a densidade de moradias é grande, também a de atividades industriais e comerciais. Esse quadro pode ser observado no mapa da figura 12.



FIGURA 24- LOCAL DO PONTO DE COLETA P12 DO RIO DA VELHA, ÁREA DE TOPOGRAFIA BEM MOVIMENTADA, ONDE EXISTE ALGUMA OCUPAÇÃO URBANA, E TAMBÉM ROÇAS DE SUBSISTÊNCIA



FIGURA 25- LOCAL DO PONTO DE COLETA P13, DO RIO DA VELHA

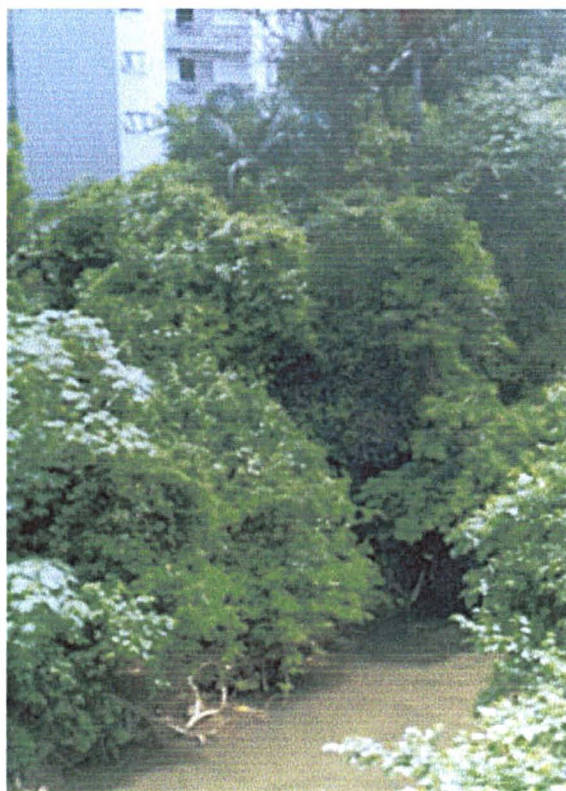


FIGURA 26- LOCAL DO PONTO DE COLETA P14, DO RIO DA VELHA BEM NA ÁREA CENTRAL DE BLUMENAU

Dentre as principais atividades encontramos indústrias têxteis, marmorarias, indústrias gráficas e eletro-metalúrgicas.

TABELA 11 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO DA VELHA E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS

MARGEM DIREITA	ORDEM	MARGEM ESQUERDA	ORDEM
Ribeirão do Cego	3ª.	Córrego Gebien	2ª.
Ribeirão do Gato	2ª.	Ribeirão Velha Central	2ª.
Ribeirão das Cabras	3ª.	Córrego Jararaca	1ª.
Ribeirão Concórdia	3ª.	..	..
Ribeirão Obrschlesen	2ª.	..	..

NOTA: Sinal convencional utilizado:
.. Não se aplica dado algum.

4.5 RIO ITAJAÍ-AÇÚ

4.5.1 Localização dos Pontos de Coleta

A grande bacia do Itajaí, que ocupa uma área total em torno de 15.000 km², é a maior bacia totalmente inserida no Estado de Santa Catarina. Envolve 52 municípios e suas redes hidrográficas. Compõe-se de sete sub-bacias: do Rio Itajaí do Oeste, Rio Itajaí do Sul, e Rio Itajaí do Norte (Hercílio), Benedito, Luiz Alves, Itajaí-Mirim e Itajaí-Açú. O município de Blumenau está quase totalmente inserido na área da sub-bacia do Itajaí-Açú, somente ao norte ocupa uma parte da sub-bacia Luiz Alves.

O rio Itajaí-Açú tem seu escoamento controlado por três grandes barragens. Sua vazão varia desde 15 m³/s em época de estiagem, até 5000 m³/s no pico das enchentes. Pode elevar seu nível em até 15 metros nessas ocasiões. A vazão média é de 140 m³/s. Dentro do Município de Blumenau a bacia ocupa uma área aproximada de 490 km². Ainda sobre sua hidrografia (COMITÊ DO RIO ITAJAÍ AÇU, 2003), sua extensão total é de 200 km, sendo que dentro de Blumenau percorre 27,9 quilômetros.

A maioria dos principais tributários dentro do município deságua na área central com exceção do Rio do Testo, cuja foz é logo à entrada da cidade.

São dois apenas seus pontos de monitoramento de qualidade, P5 e P16, instalados à entrada e à saída do município, conforme as figuras 27 e 28 e tabela 12. Considerou-se PO e P0' como os pontos limítrofes da entrada e saída do rio na cidade, respectivamente.

Toda a área ribeirinha e os leitos, maior e maior excepcional, estão ocupados. A mata ciliar é pouca e não atende ao margeamento legal em função da largura do rio

TABELA 12 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO ITAJAÍ-AÇÚ

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (UTM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
15	0683586	7023756	P0>15=4,10	Junto à Balsa de travessia do rio, margem direita, no bairro Passo Manso
16	0694220	7023001	15>16=19,2 16>P0'=4,6	Meio da ponte sobre o rio, no Anel Viário Norte no bairro Vorstadt.

4.5.2 Características da Bacia

4.5.2.1 Densidade populacional

A população total de Blumenau segundo o senso do IBGE de 2000, é de exatamente 256.919 pessoas, conforme já informado no item 3.9. A maior parte dela está instalada na área urbana. A ocupação rural do entorno, no entanto, se estende por longas distâncias.

Uma parcela significativa da água servida à cidade é captada do rio Itajaí-Açú .

Com relação aos esgotos sanitários, descontando-se os sistemas de sumidouros, mais antigos ou de áreas rurais, e a pequena parcela de esgotos tratada (ETE do Garcia), pode-se dizer que a grande parcela dos esgotos sanitários acaba chegando ao rio Itajaí-Açú, por via direta ou indireta.



FIGURA 27- LOCAL DO PONTO DE COLETA P15, DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ ONDE SE OBSERVA A RAMPA DE ATRACAMENTO DA BALSA DE TRAVESSIA AINDA EM USO NORMAL E A SIGNIFICATIVA VEGETAÇÃO MARGINAL

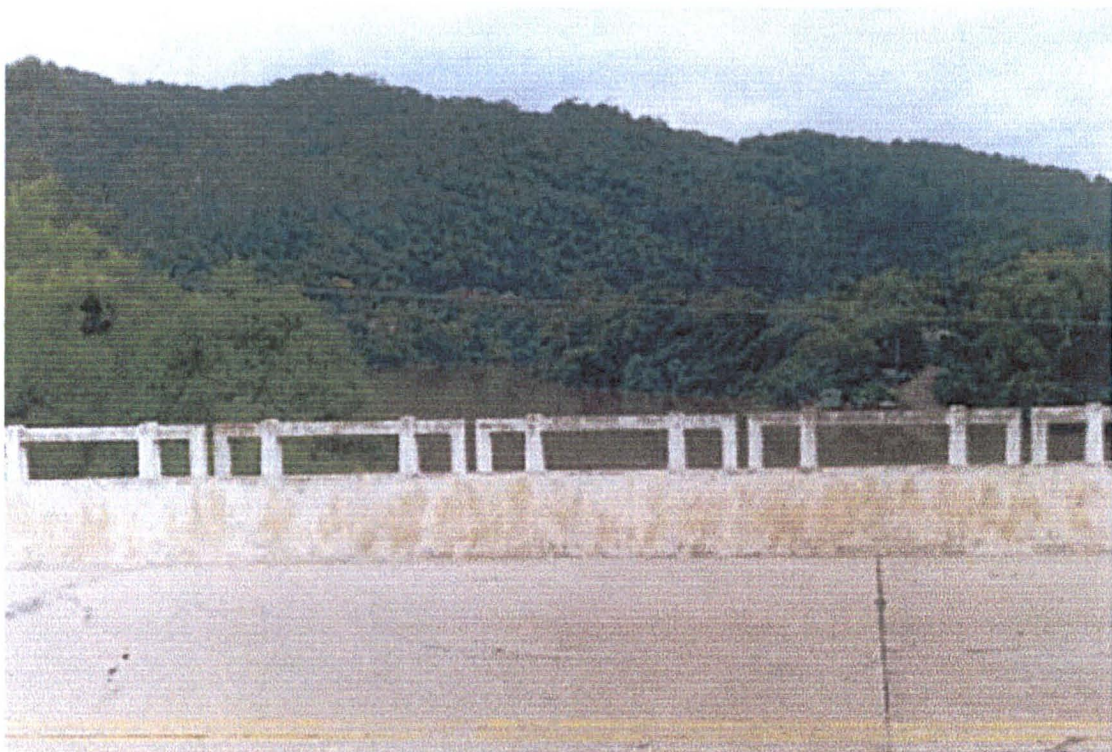


FIGURA 28 - LOCAL DO PONTO DE COLETA P16, DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ, JÁ À SAÍDA DA CIDADE

4.5.2.2 Aspectos fisiográficos da bacia

Esses aspectos estão restritos à área da bacia pertencente ao município de Blumenau.

O Itajaí-Açú corta Blumenau correndo nos dois terços iniciais da sua extensão, sobre substrato gnáissico do Complexo Granulítico de Santa Catarina e os sedimentos quaternários dos aluviões do rio. No terço final à sua direita drena sedimentos continentais e os argilitos e folhelhos do Grupo Itajaí. Nesse mesmo trecho à esquerda, escoam sobre sedimentos continentais e uma faixa dos arenitos da Formação Gaspar.

Sua declividade na área do município, de 0,66 a 0,03%. A descarga da toda sua bacia é direcionada para a região de Blumenau. Durante períodos de intensa precipitação, e pelas características de enclausuramento da sua calha de escoamento, são comuns os eventos de cheias tanto locais como nas cidades próximas. A significativa degradação ambiental a que está sujeita toda sua bacia, o desmatamento, o assoreamento, o manejo impróprio do solo, entre outros fatores, tem agravado mais ainda esse quadro. Apresenta algumas corredeiras junto ao bairro do Salto Weissbach, mas é navegável por pequenas embarcações. Trata-se de corpo hídrico de largura respeitável, variando de 50 a 150 m.

Em relação a sua gênese pode ser classificado como superimposto, com afluentes subseqüentes, obsequentes e ressequentes.

Quanto ao seu padrão de escoamento, dentro de Blumenau, na margem esquerda, recebe tributários que lhe chegam quase que perpendiculares ao seu escoamento. Esses se apresentam semiparalelos entre si, com drenagem dendrítica, de média a baixa densidade, cujo traçado está atrelado às declividades e aos controles estruturais. Em sua margem direita, próxima à entrada da cidade, a drenagem é dendrítica, com os canais dos rios espaçados, por vezes formados por rios efêmeros. Mais ao sul a rede de drenagem é mais densa com padrão geral dendrítico.

Seu padrão de escoamento é do tipo meandrante, caracterizando-se por canal único, de velocidade de escoamento variável. Em seu sentido de fluxo, mais evidente ao deixar o município, nas margens convexas, formam-se processos de agração, enquanto nas curvaturas opostas tem-se a degradação dos taludes. Pode-se observar no caso do rio Itajaí-Açú, mais em seu curso a oeste, meandramento com formação de

barras e ilhas formadas a partir do sedimento depositado, dando-lhe um caráter anastomosado. A carga transportada em suspensão tende a ter granulação fina e selecionada.

O rio no trecho de Blumenau recebe tributários de primeira ordem até quarta ordem, alguns muito extensos outros de mínima extensão, não perenes ou autóctones. Foram considerados nesse estudo apenas os cinco afluentes mais importantes (Rio do Testo, Itoupava, Fortaleza, da Velha e Garcia). Esses e outros alimentadores constam da próxima tabela, de número 13.

4.5.2.3 Atividades Econômicas Potencialmente Poluentes

De tudo o que é lançado em sua bacia, parte é retida ao longo de seus tributários, por autodepuração ou sedimentação, mas um grande residual da carga poluidora certamente acaba chegando ao seu curso, principalmente cargas de sais, sólidos em suspensão e material orgânico. Há ainda os percolados de áreas de deposição de lixo e o processo de varredura, com resíduos e entulhos arrastados por ocasião das cheias. Muitas são as indústrias de grande porte que se acham instaladas às margens do rio de acordo com o mapa da figura 12.

TABELA 13 - PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS DO RIO ITAJAÍ-AÇÚ, NO SEU TRECHO DENTRO DE BLUMENAU E A HIERARQUIA DE SEUS CANAIS

MARGEM DIREITA			ORDEM	MARGEM ESQUERDA	ORDEM
Ribeirão (efêmero)	Fundos	Pauxfume	2ª.	Rio do Testo	3ª.
Córrego do Macaco			2ª.	Rio Salto do Norte	3ª.
Córrego Johan Off (autóctone)			1ª.	Rio Itoupava	4ª.
Córrego Salto (autóctone)	Salto	Weissbch	1ª.	Rio Fortaleza	3ª.
Rio da Velha			4ª	..	..
Rio Bom Retiro			2ª.	..	..
Rio Garcia			4ª	..	..

NOTA: Sinal convencional utilizado:
.. Não se aplica dado algum.

4.6. RIO DO TESTO

4.6.1 Localização do rio e pontos de coleta

Apenas uma parcela da bacia do rio do Testo se encontra dentro da área do município de Blumenau. Nesse trecho sua extensão é de 9600 m.

A sua drenagem recebe inúmeros ribeirões e córregos. Do norte, no município de Pomerode, recebe águas das vertentes da serra do Selke, em sua margem esquerda. Ambas as margens mostram paisagem bastante dissecada até sua foz no rio Itajaí-Açú.

Toda a bacia escoia sobre substrato geológico de gnaisses, com espesso manto de alteração, e nessa área menos máficos que na área das Itoupavas. Foram adotados apenas dois pontos de amostragem, P17 e P18, conforme a tabela 14. O ponto de entrada do rio no município convencionou-se chamar de PO.

A região rural que precede o ponto P17 é de vocação agro-pastoril. No corredor de escoamento, no eixo Blumenau/Pomerode, no entanto, estão instaladas inúmeras indústrias e atividades.

A cobertura vegetal até a divisa (que precede o ponto P17) tem porte de vegetação secundária e é mais expressiva nos topos dos morros. Nas vertentes e vales predominam os sistemas secundários nos estágios de capoeira e capoeirinha. Estão presentes também as pastagens e culturas, especialmente de milho. Em direção ao ponto P18, o uso do solo fica mais intensificado especialmente na margem esquerda. O relevo se mostra menos movimentado, e o uso do solo, com residências, cultivos e atividades industriais, se intensifica. O setor primário se ocupa mais especialmente de plantações de milho e cultivo comercial de grama para ajardinamento, e atividades agropastoris.

4.6.2 Características da bacia

4.6.2.1 Densidade populacional

A população que ocupa a bacia do rio do Testo, dentro da região de Blumenau, é pequena, pois a bacia é estreita, e está distribuída parcialmente entre os bairros: Testo Salto, Passo Manso e Badenfurt.

TABELA 14 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA NO RIO DO TESTO

PONTOS	GEOREFERENCIAMENTO (UTM)		DISTANCIA ENTRE PONTOS (km)	LOCALIZAÇÃO
	E	N		
17	0683665	7028850	P0>P17=2,3	Ponte em frente à Cia. Karsten, na rua Werner Duwe, divisa Blumenau /Pomerode, bairro Testo Salto
18	0684800	7024850	P17>P18=6,9 17>rio Itajaí-Açú=0,4	Ponte de madeira, junto a Cia Hemmer, Rua H. Hemmer, bairro Passo Manso

4.6.2.2 Aspectos fisiográficos da bacia

A área de drenagem considerada, assim como toda a extensão da bacia, tem em seu substrato as rochas do Complexo Granulítico de Santa Catarina. Inclusive na foto da figura 30 seguinte, que corresponde ao ponto de amostragem P17, pode-se observar ao longe a pedreira do Selke, que explora tais rochas na fabricação de brita.

Para o trecho do rio dentro do município, a densidade de drenagem é pequena. O curso principal pode ser classificado como superimposto, com afluentes subseqüentes, obseqüentes (margem direita) e inseqüentes (margem esquerda). O escoamento mostra padrão dendrítico. O traçado é único com certa sinuosidade.

Quanto à ordem de seus canais, tem-se apenas tributários de primeira e segunda ordem. Poucos corpos hídricos compõem a bacia nesse trecho. O mais significativo é o Ribeirão Chelter (segunda ordem), localizada na sua margem direita.

A foto da figura 30 mostra o ponto de coleta P18, pouco antes desse rio desaguar no Itajaí-Açú.



FIGURA 29- LOCAL DO PONTO DE COLETA P17, DO RIO DO TESTO. AO LONGE, NO CENTRO DA FOTO, PODE-SE VER A ÁREA DE EXPLORAÇÃO DE BRITA



FIGURA 30- LOCAL DO PONTO DE COLETA P18, DO RIO DO TESTO, NOS FUNDOS DA EMPRESA HEMMER

4.6.2.3 Atividades econômicas potencialmente poluentes

Na área considerada as maiores atividades estão concentradas junto à margem esquerda do rio, conforme de observa no mapa da figura 12. Compreendem principalmente os ramos de galvanoplastia, têxtil, alimentos, metal-mecânica e agrícolas, com plantio comercial de grama e milho.

5 PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS ANALISADOS

5.1 PARÂMETROS FÍSICOS ANALISADOS

Esses são os padrões de qualidade atrelados a sensibilidade dos organismos vivos, os quais tornam uma água atraente ou não para o consumo, como sejam: transparência, sabor, odor e aparência. Como forma de medir e correlacionar tais características à qualidade das águas, estabeleceram-se parâmetros científicos. Entre esses se tem: Temperatura, Cor, Turbidez, Condutividade e Sólidos Totais, entre outros.

5.1.1 Temperatura

5.1.1.1 Considerações gerais

Uma definição para temperatura é a quantidade de calor existente num corpo, termodinamicamente em equilíbrio. No caso, foi analisada a temperatura do ambiente e da água, junto aos corpos hídricos, nos respectivos pontos e amostragem. As medidas foram tomadas numa mesma amostragem e num pequeno espaço de tempo. Foi feita, igualmente, uma análise das condições térmicas do micro-clima da área do estudo.

Conforme enfatiza ODUM (1988), a luz solar extraterrestre que atinge a biosfera do planeta é de 1340 watts/m^2 . Num dia claro de verão sem nuvens, no entanto, a quantidade máxima de luz solar que pode atingir a superfície da Terra é de 67,0 % desse valor. Dessa energia, 10,0 % é radiação ultra-violeta, 45,0 % luz visível e 45,0 % infravermelho. Do total de radiação recebida, cerca de 31,0 % retornam refletidos para o espaço. Esse é o albedo planetário, ou refletância.

A cobertura de nuvens, a água e a vegetação alteram ainda mais essa distribuição espectral. Em terreno ondulado ou montanhoso as vertentes orientadas para o sul recebem menos radiação solar, e, vertentes orientadas para o norte mais do que superfícies horizontais (ODUM, 1988; VON HERTWIG, 1991).

A vegetação tende a refletir o Infravermelho próximo, que contém a maior parte da energia térmica solar, bem como os comprimentos de onda relativos ao verde. Esse é

um dos mecanismos de resfriamento utilizado pelas plantas para controle de sua temperatura.

O albedo das águas superficiais varia com o ângulo de incidência da radiação solar. Esse, quanto menor, mais elevada a percentagem de refletância (BRYANT, 1977). Dessa forma, a biomassa e a água tendem a reduzir as flutuações de temperatura no ambiente energético. A biomassa oferece uma refletância maior que a absorbância e solos expostos se apresentam com baixa capacidade térmica (BRYANT, 1977; McCAULL e CROSSLAND, 1974; ODUM, 1988).

Em períodos de verão quentes as águas superficiais podem atingir 40°C ou mais, com flutuações mínimas durante o inverno ou períodos úmidos, e muito oscilantes em períodos de verão e estações secas. Isso ocorre especialmente em águas rasas. BRYANT (1977), por outro lado coloca, que sendo a temperatura média do planeta 15 °C, exceto por processos geotérmicos presentes, as águas superficiais não apresentam temperaturas superiores a 35-40 °C.

A capacidade de resfriamento da água varia de 7,3 a 36,6 kcal/h/m².°C, entre o ar e a água, dependendo da temperatura do vento e da água. Portanto é necessária uma grande superfície aquática para dispersar o calor numa região de clima temperado, na ordem de 0,6 ha/MW (ODUM, 1988).

5.1.1.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

A temperatura torna-se maior nos rios que drenam regiões agrícolas e recebem percolado da irrigação das culturas (McGAUHEY, 1968).

A temperatura de águas superficiais é afetada pela latitude, altitude, estação do ano, circulação do ar, cobertura de nuvens, vazão e profundidade do corpo hídrico (USEPA, 1972). Essa pode ser natural, advinda de processo geotérmico, variações sazonais de temperatura, insolação, e redução de vazão. Também provem de forma antrópica direta, como a descarga de efluentes com temperatura diferente do corpo receptor, oxidação de carga poluente lançada; ou indireta, seja pelo represamento das águas, ou desmatamentos.

Inúmeros são os agravantes físicos, químicos e biológicos advindos da alteração térmica imposta a um corpo hídrico, que são citados (BRANCO, 1981; McCAULL e

CROSSLAND, 1974; BRAILE e CAVALCANTI, 1979; DEGREMONT, 1979; IMHOFF, 1966; PESSOA e JORDÃO, 1982; ODUM, 1988; e HARDY, 1973), como:

- a) aumento da vaporização da água;
- b) alteração da solubilidade de diversas substâncias;
- c) alteração nas condições das reações químicas e bioquímicas; essa pode ser mais nociva que o lançamento de uma carga poluidora pontual, para um dado trecho do rio; (experiências indicam que o aumento de temperatura de 1°C pode aumentar a taxa de metabolização da matéria orgânica em até 3%);
- d) ser uma barreira física para espécies migratórias de peixes);
- e) atrair para as áreas poluídas termicamente, espécies que procuram águas mais quentes, (um ambiente desse tipo pode se tornar seletivo, com espécies se sobrepondo a outras a ponto de dizimá-las);
- f) aumentar a suscetibilidade dos organismos a materiais tóxicos, bem como a doenças causadas por fungos, parasitas e outros agentes;
- e) aumentar os processos de sedimentação, pela diminuição da viscosidade;
- g) reduzir o teor de OD;
- h) aumentar a taxa de crescimento de plantas microscópicas aquáticas e peixes;
- i) causar desequilíbrio pela eclosão de ovos de peixes fora da época apropriada, antes da disponibilidade de sua fonte de alimento;
- j) aumentar a sensibilidade da vida aquática a elementos tóxicos;
- k) reduzir o valor da água para abastecimento público, pois, além do aspecto organoléptico indesejável das águas mais quentes, induz a um aumento nos custos e dificulta o seu tratamento;
- l) levar a mortalidade, se houver choques térmicos, pequenos crustáceos, importantes na cadeia alimentar; e incrementar a capacidade tóxica de certas substâncias que se acham dissolvidas na água, como a Rotenona;
- m) causar efeitos diretos na coagulação/desnaturação de proteínas que constituem a matéria viva;

- n) causar mudanças genéticas, estresse, doenças debilitantes que encurtam a vida ou aumentam a mortalidade de espécies; isso é notado, principalmente, em locais onde a poluição térmica é intensa e persistente por longos anos.

Em relação ao substrato geológico por onde escoam as águas, o intemperismo térmico é uma constante junto com o intemperismo químico. A temperatura representa um dos principais agentes do intemperismo mecânico. Minerais mais escuros, como Hornblenda ou a Biotita absorvem e irradiam mais calor que minerais claros, como os feldspatos e quartzo. Nas rochas escuras, a temperatura pode ser de três vezes, ou mais, que aquela do ar atmosférico local. Nas regiões úmidas, com boa cobertura vegetal, o efeito da insolação nas rochas é praticamente anulado. Rochas clásticas claras, como arenitos e folhelhos, são menos afetadas pelo intemperismo térmico (BIGARELLA, BECKER e PASSOS, 1996). Riachos que correm sobre rochas, em áreas sem sombra, podem apresentar gradiente diário, maior que 10 °C. As rochas estocam calor (HORNE e GOLDMAN, 1994). Pelo exposto, rios com baixa vazão, ou que escoam com pequena lâmina líquida, sobre rochas máficas, em área sem cobertura vegetal, podem absorver calor irradiado da própria rocha. Esse é o caso de alguns riachos de Blumenau, especialmente na região norte do município.

Entretanto, a temperatura é universalmente importante, sendo muitas vezes, um fator limitante à vida. Também o efeito estimulante da oscilação da temperatura das regiões temperadas, pode ser aceito como um princípio ecológico positivo e bem definido (ODUM, 1988).

A água, por outro lado, apresenta propriedades únicas de tamponar ou moderar os efeitos do calor no meio ambiente.

A mata ciliar, além de proteger contra a erosão, colabora na manutenção da população bentônica e ajuda no controle da temperatura (HORNE e GOLDMAN, 1994). Sem cobertura vegetal, aumenta a erosão do solo, e os sólidos carregados tendem a se depositar nos bancos laterais dos rios. Esses absorvem energia térmica, que acaba sendo liberada para o ambiente. No caso dos rios esse calor é absorvido, direta e indiretamente, pela água. (McCAULL e CROSSLAND, 1974).

Da mesma forma, a relação entre elevação de temperatura e chuvas é linear. Histórica-mente, a elevação de temperatura de 1 °C, induz a um aumento de pluviosidade de 3,2 % (BRYANT, 1977).

Nota-se, portanto, que o parâmetro temperatura está associado a inúmeros outros aspectos que envolvem os rios, suas bacias, sua biota, o micro-clima onde elas ocorrem, os aspectos de poluição, preservação e qualidade das suas águas.

Segundo WELCOMME (1991) há necessidade de desenvolver mais estudos sobre as temperaturas que alguns rios alcançam, inclusive rios de sistemas tropicais. Tais estudos são ainda muito incipientes e restritos.

5.1.1.3 Temperatura e legislação

Quanto aos padrões de potabilidade das águas, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001) não apresenta qualquer limite quanto à temperatura. No entanto a Alemanha e a Comunidade Européia estabelecem o valor máximo de 25 °C, e o Canadá 15 °C.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), para águas de classe I, não serão aceitos lançamentos de efluentes de qualquer tipo. Para rios de classe II e III, a temperatura deve ser inferior a 40°C, e mantidas as devidas ressalvas quanto aos efluentes não alterarem a qualidade do corpo receptor segundo o uso de suas águas.

5.1.2 Cor

5.1.2.1 Considerações gerais

O parâmetro físico cor tem um efeito estético muito importante. A produtividade aquática é tanto mais intensa quanto mais profunda a zona eufótica, ou seja, onde o coeficiente de extinção da luz for menor e isso está atrelado à transparência da água.

A cor das águas advém de impurezas naturais na forma coloidal, originadas na decomposição da matéria orgânica no meio ambiente. Esse material orgânico são taninos, glucosídeos ou substâncias ferrosas contidas nas folhas e outros tecidos orgânicos que se decompõem no meio (PORTO, 1991; COITINHO, 2000; McGAUHEY, 1968; APHA et al., 1998). O material em suspensão se origina do solo, de resíduos orgânicos, plâncton e macrófitas. Também o contato da água com minerais, solo ou rochas, pode arrastar impurezas (íons metálicos de ferro e manganês presentes, por

exemplo) que acabam por lhe conferir alguma cor. A cor, não natural, seria aquela originada de algum poluente introduzido por ação antrópica. Portanto, os processos geradores da cor de um rio podem estar atuando no corpo hídrico ou na sua bacia de drenagem. Normalmente as águas superficiais são mais coloridas do que as águas subterrâneas.

O material em suspensão que “parece” dar cor à água, na verdade esta conferindo cor aparente à mesma. Esse é o efeito da reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão na água e que, aos olhos humanos, dá coloração ao meio líquido.

O que diferencia cor aparente de cor real é o tamanho das partículas presentes. Se o diâmetro for superior a 1,2 μm a água apresenta turbidez e pode apresentar cor aparente. Se for menor, são os colóides e sólidos dissolvidos presentes que podem conferir cor, e essa é dita cor verdadeira. Uma água que tenha sua turbidez removida, e que ainda assim apresente alguma tonalidade, terá cor verdadeira. No entanto, a determinação de cor numa amostra que não tenha sido filtrada ou centrifugada previamente corresponderá à cor aparente.

Efluentes industriais muito coloridos geralmente apresentam material coloidal. Nesses casos é interessante realizar as duas análises de cor: a aparente e a verdadeira.

A cor apresentada por uma água é extremamente dependente do pH da mesma, crescendo quando o pH cresce (APHA et al., 1998).

Para fins de pesquisa deveria sempre ser relatado o valor do pH da amostra onde se está definindo a cor. A análise deve ser realizada o mais rapidamente possível, pois as alterações biológicas e físicas da água coletada, afetam o resultado final da cor.

Dentre as cores observadas nas águas superficiais e a relação com a causa da impureza presente, tem-se: o ferro impondo cor azulada ou arroxeada; o Manganês, cor negra; os ácidos húmicos e fúlvicos, cor amarelada a marrom (COITINHO, 2000; BRADY, 1983).

5.1.2.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Águas superficiais dificilmente estão livres de alguma cor. Costumam apresentar de 0 a 200 unidades de cor. Valores menores que 10 são difíceis de serem mensurados. Valores maiores correspondem a charcos, ou áreas de grande concentração de matéria

orgânica em decomposição (PORTO, 1991) e rios que recebem o percolato de áreas de lixões.

Águas para uso industrial, e para abastecimento público, que apresentem alguma cor, são sempre indesejadas. Essa evidência é o comprometimento da sua qualidade, como a assinatura de que recebeu alguma poluição, seja ela natural ou antrópica.

As substâncias colorizantes naturais presentes nas águas (ácidos fúlvicos e húmicos e toxinas de algas), formam quelatos com os íons metálicos presentes, podendo criar formas deposicionais estáveis, quando em presença de íons Ca^{++} , em concentração acima de 50 mg/l ou em contato com zona de raízes com alta concentração eletrolítica (BIGARELLA, BECKER e PASSOS, 1996).

Os quelatos dificultam os processos de coagulação e floculação nas estações de tratamento ou processos industriais, bem como afetam o desempenho das resinas, em trabalhos de desmineralização de águas (USEPA, 1972; PORTO, 1991).

Existem alguns ramos da indústria que são muito restritivos quanto à cor das águas de abastecimento (McGAUHEY, 1968), são elas:

- a) bebidas carbonatadas;
- b) fábricas de gelo;
- c) indústrias de plásticos claros;
- d) fabricas de papel e celulose claros;
- e) produção de raíom;
- h) indústria têxtil, especialmente de algodão;
- i) processos que utilizem caldeiras de alta pressão;
- j) indústria de conservas e alimentos.

Ironicamente, a maior parte dessas atividades também é responsável por efluentes coloridos que poluem os rios. Especialmente as têxteis e de papel e celulose.

5.1.2.3 Cor e legislação

Para água bruta, sem qualquer tratamento, aceita-se o valor de 75 unidades de cor (CONAMA, 1992). Água tratada para uso em abastecimento tem seu limite em 5,0 unidades de cor, que normalmente se obtém com os processos convencionais de ETAs.

Os padrões para lançamento de efluentes em corpos hídricos variam em função da classe do receptor. A maioria dos rios sendo de classe II, a restrição seria do efluente não induzir qualquer cor àquela já existente nos mesmos.

Existem os padrões restritivos para as águas destinadas à recreação (natação e esportes aquáticos), cujo valor desejável deve ser de até 15 unidades de cor, e o limite máximo, ≥ 100 unidades de cor.

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), limita a cor em 5,0 unidades PtCo, como cor aparente.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981) não existe um valor específico para cor no lançamento de efluentes. Entretanto, se faz restrição a substâncias, como corantes artificiais, que não sejam removíveis por processos de coagulação, sedimentação e filtração.

5.1.3 Turbidez

5.1.3.1 Considerações gerais

O principal agravante da turbidez para as águas é a atenuação da penetração da luz na coluna líquida, afetando as plantas produtoras de oxigênio e a população aquática. Torna também, esteticamente, menos atraente a água para consumo (PORTO, 1991).

Partículas em suspensão com diâmetro superior a $1,2 \mu\text{m}$, provocam a difusão e absorção da luz que penetra na água, resultando no seu aspecto turvo (PORTO, 1991; McCAULL e CROSSLAND, 1974).

As substâncias mais comuns que induzem turbidez à água são: argilas, margas, calcário, compostos de ferro, matéria orgânica finamente dividida (COITINHO, 2000). Também pode advir de irrigação agrícola ou pela descarga de poluentes.

Nos efluentes e nos esgotos sanitários, as principais fontes de turbidez são os sólidos normais dos esgotos, areia, argila, matéria orgânica finamente dividida de origem vegetal, algas e organismos microscópicos. A turbidez das águas superficiais pode ser o resultado do efeito erosivo da chuva sobre os solos e superfícies (McCAULL e CROSSLAND, 1974).

A análise da turbidez utiliza as propriedades ópticas da luz, ao passar através da amostra, num feixe de luz dirigido, e com intensidade controlada. Medindo-se a quantidade de luz que foi absorvida ou transmitida, tem-se a correlação para o grau de turbidez da amostra. Os sólidos em suspensão interferem na passagem da luz. Substâncias coloridas, em suspensão ou dissolvidas, do tipo que absorvem a luz, também interferem na medida da turbidez. Para medidas de turbidez baixas, ou seja, para águas limpas, até 25 unidades (UTJ), o equipamento de Jackson pode ser utilizado. Acima desse valor somente nefelômetros são confiáveis. O erro no caso pode chegar ainda a 5 %.

A temperatura também afeta a leitura. A temperatura pode alterar o processo de sedimentação ou floculação natural das partículas, mantendo-as em suspensão e, portanto, afetando a leitura da Turbidez. Por outro lado, a temperatura elevada também dissolve substâncias, essas podem alterar o valor a turbidez. Os gases dissolvidos presentes no meio aquoso, pela elevação da temperatura se desprendem da massa líquida formando bolhas. A presença dessas também afeta a leitura da turbidez. Amostras sedimentadas são menos turvas, e os sólidos podem sofrer decomposição microbiológica, clarificando a amostra. Portanto, no caso da análise deve-se agitar as amostras para um melhor resultado (APHA, 1998).

5.1.3.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Num ecossistema aquático, a transparência da água é um fator fundamental da sua produtividade. Por isso a capacidade de penetração da luz solar deve garantir uma zona eufótica satisfatória (PORTO, 1991).

De acordo com o uso a se fazer da água, pode-se admitir algum valor de turbidez para mesma. Águas superficiais, mesmo não poluídas antropicamente, podem apresentar-se turvas. Nesse caso essa poderia ser chamada de “turbidez natural”, e é devida, geralmente, ao substrato de contato.

As atividades industriais que podem lançar grandes quantidades de sólidos e/ ou turbidez com seus efluentes, compreendem: alimentos enlatados, indústria de panificação e de bebidas, matadouros e frigoríficos, indústrias que produzem ou utilizam leveduras, de café, de arroz, de bebidas, têxteis, de fabricação de couros, lavanderias industriais, papel e celulose, manufatura de ferro e outros metais, carvão, de borracha e

vidro, produtos derivados do leite, processos de mineração, entre outros (McGAUHEY, 1968).

A elevada turbidez pode abrigar organismos patogênicos, protegendo-os da ação bactericida direta do cloro.

Nem sempre o índice de turbidez de uma água é indício que sua floculação vai ser bem sucedida. Assim uma amostra com 30,0 UNT pode flocular muito melhor que outra com 5,0 UNT. A turbidez deve ser facilmente removível da água por processo de coagulação, sedimentação e filtração. A condição de aceitar uma água com elevada turbidez para abastecimento público, é que a mesma seja passível de tratamento eficiente e a um custo razoável (USEPA, 1972).

5.1.3.3 - Turbidez e legislação

As restrições muitas vezes estão atreladas à origem da turbidez. Se essa for natural a água pode ser aceita para alguns usos específicos. Entretanto, se a origem for poluição industrial, esgoto sanitário ou outra atividade, tem que ser observados os limites admitidos, e os outros agravantes de qualidade presentes (McGAUHEY, 1968).

Águas destinadas à recreação, quando houver contato, o valor desejável é de 10,0 UNT, se for para esportes aquáticos, esse sobe para 50,0 UNT. Águas naturais destinadas ao abastecimento público podem apresentar até 100,0 UNT (CONAMA, 1992). Essas após tratamento deverão ter valores de até 5,0 UNT (PORTO, 1991). Dentre as indústrias algumas são bem restritivas quanto aos teores de turbidez. A indústria de Raiom e Viscose exige águas com 0,3 a 5,0 UNT; fábricas de gelo, de 1,0 a 2,0 UNT, de Papel e Têxteis, até 5,0 UNT.

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), o teor limite para a turbidez é de 1,0 UNT.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981) não existe um valor específico desse parâmetro, nem quanto a sua qualidade, nem para o lançamento de efluentes. Entretanto, como geralmente está atrelada também aos parâmetros cor, sólidos e condutividade, seria interessante observar os mesmos critérios legais desses para a turbidez, e mantidas as devidas ressalvas quanto à qualidade do corpo receptor e o uso de suas águas.

5.1.4 Sólidos Totais

5.1.4.1 Considerações gerais

Em qualquer curso d'água, simultânea à descarga líquida, existe outra sólida. Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a sua carga de sólidos, sejam eles sedimentáveis, em suspensão, colóides ou dissolvidos (SALLES, 1993; PORTO, 1991; BITTENCOURT e HINDI, 2001), que somados representam os sólidos totais.

Águas com grande quantidade de sólidos dissolvidos geralmente apresentam menor aceitação pelos problemas de palatabilidade ou reações fisiológicas que possam causar aos usuários. Como sólidos e turbidez são parâmetros atrelados, ambos podem tornar a água esteticamente indesejável.

Águas altamente mineralizadas são desaconselhadas para uso em várias atividades industriais, por problemas de corrosão ou deposição. Também podem causar a salinização de solos na irrigação agrícola (APHA, 1998).

Sólidos, sejam eles advindos de esgotos ou efluentes industriais, podem se depositar nos rios, afetando a biota, causando assoreamento, ou, se orgânicos, decompondo-se e trazendo os problemas advindos desse processo. Poucas são as atividades industriais que não lançam quantidades consideráveis de sólidos, especialmente os dissolvidos. Inclusive aqueles originados ou remanescentes do processo de tratamento de efluentes (McGAUHEY, 1968).

Os processos agrícolas também contribuem grandemente para a carga de sólidos que chega aos rios (PORTO, 1991). Boas práticas de conservação de solos e manejo agrícola tendem a minimizar esse efeito (SCHUMM, 1977).

5.1.4.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Um rio é um transportador de sólidos. Pode também re-suspender aqueles já decantados. O homem interfere nesse processo quando coloca anteparos no fluxo das águas, e o resultado disso são as barragens assoreadas.

As condições de carga transportada pelo rio, como nível de saturação, ou efeito torrente, podem destruir margens, modificar o relevo hidrográfico e socavar o material

depositado em outras épocas. O material arrastado pelas águas tende a se depositar nos meandros, aluviões, terraços, banquetas, ou leques, na mesma pulsação de escoamento do rio. Os sedimentos de aluvião podem se deslocar isoladamente, como massas transportadas, ou correntes no perfil aquoso. As formas de transporte podem ser: em suspensão, por arraste, rolamento ou saltação ou na forma dissolvida. Se em suspensão, formam um conglomerado coloidal em processo de floculação.

Em áreas de ação fluvio-marítima, a salinização das águas incrementa a velocidade de floculação natural dos sólidos presentes. A temperatura afeta a sedimentação, que se mostra três vezes mais intensa à temperatura de 25° C que a 3°C. Também, quanto maior o teor de sais dissolvidos maior a sedimentação do material transportado.

Raramente os rios montanhosos deságuam diretamente para o mar, no entanto, em Santa Catarina é o que ocorre devido à proximidade da encosta oriental da Serra do Mar. A grande maioria da chuva que cai sobre o continente chega ao oceano através de uma rede potamográfica e se aproxima suavemente da bacia oceânica. Essa é a razão dos sólidos carregados para os oceanos serem de fina granulometria. O rio Amazonas sozinho transporta cerca de um milhão de metros cúbicos de sedimentos por ano (SALLES, 1993).

Geoquímicos e químicos do meio ambiente se valem dessa análise simples, barata, que não exige grandes aparatos, para obter o teor em mg/L dos sólidos presentes, especialmente os sólidos totais dissolvidos. Esses fornecem pistas importantes sobre o intemperismo químico, formas e produtos deposicionais, modernos ou pretéritos, do ecossistema estudado (FORTESCUE, 1980; BITTENCOURT, 2000).

Em áreas de rochas insolúveis, como o granito, mesmo com pluviosidade alta, os rios tendem a mostrar baixos valores de sólidos totais dissolvidos. Os íons presentes na água geralmente evidenciam a sua litologia de contato.

5.1.4.3 Sólidos totais e legislação

Os esgotos sanitários costumam apresentar teores de ST desde 200 mg/L até 1000 mg/L. O limite para águas de abastecimento público é de 500 mg/L de sólidos totais dissolvidos (CONAMA, 1992; McGAUHEY, 1968; PORTO, 1991).

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001) limita de presença de sólidos totais para águas de abastecimento em 500 mg/L.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), não existe um valor específico para os teores de Sólidos Totais para o lançamento de efluentes. Entretanto, como seu valor compõe os parâmetros sólidos sedimentáveis, sólidos flutuantes, sólidos dissolvidos, seria interessante observar os mesmos critérios legais desses, e mantidas as devidas ressalvas quanto à qualidade do corpo receptor e o uso de suas águas.

5.1.5 Condutividade

5.1.5.1 Considerações gerais

A condutividade é a medida da habilidade de uma solução aquosa apresentar carga elétrica. Essa habilidade depende da presença e concentração dos íons presentes, de sua mobilidade e valência, e da temperatura. Soluções de compostos inorgânicos geralmente são boas condutoras, ao passo que compostos orgânicos, que não são dissociados em solução aquosa, conduzem a corrente elétrica pobremente. Para uma dada concentração iônica, a condutividade aumenta com a temperatura. Cada cátion ou íon dissociado está sujeito a essa alteração, mas de modo geral para cada 1°C de aumento na temperatura, tem-se um aumento de 2% na condutividade (PORTO, 1991).

Usa-se a condutividade para avaliar o grau de mineralização de uma solução aquosa, avaliando seu equilíbrio químico, e seu efeito fisiológico sobre plantas e animais, taxas de corrosão, etc. Serve para medir o conteúdo de compostos iônicos dissolvidos em águas superficiais e efluentes. O teor da condutividade varia com as estações do ano.

As águas superficiais com teor de Sólidos Totais Dissolvidos (menor que 2500 mg/L) traduzidos por íons de Cálcio, Magnésio, Sódio, Potássio, Carbonatos, Sulfatos e Cloretos, podem ter seus íons correspondidos à condutividade presente (APHA, 1998). Mas, segundo PORTO (1991), como as águas naturais não são soluções simples, a relação direta entre condutividade e concentração de sólidos nem sempre pode ser estabelecida ou utilizada. Essa correlação só é totalmente confiável quando se conhece

o histórico de qualidade das águas de uma região e essa é bem definida. Os solos salinos permitem essa inter-relação. A condutividade da água pura é muito baixa, na ordem de $0,05 \mu\text{ohms/cm}$, segundo COITINHO (2000).

5.1.5.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

A condutividade é uma medida de intensidade de compostos dissolvidos, mas não mostra qualitativamente quais são tais compostos. SUCKLING (1945). Tanto os valores de condutividade, como dos sólidos totais apresentavam o mesmo comportamento, para os diferentes grupos de rochas, como seja: rochas calcárias magnesianas apresentam maior condutividade, e sólidos totais, do que rochas calcárias argilosas, essas maiores que gnaisses e folhelhos, e esses mais que arenitos antigos.

Águas superficiais podem apresentar variações muito grandes de condutividade. Onde a litologia é formada por rochas resistentes ao intemperismo, ou pobres em solutos, a condutividade costuma ser baixa, em torno de $50 \mu\text{S/cm}$. SUCKLING (1945) apontou esse valor para rochas ígneas. O valor cresce até a ordem de $50.000 \mu\text{S/cm}$, que é a condutividade da água do mar (PORTO, 1991).

As ETAs e ETEs não removem compostos dissolvidos, a não ser que sejam tóxicos e por isso mereçam tratamento específico. Quando tais substâncias se juntam àquelas lixiviadas normalmente do solo das bacias, os teores, encontrados nas águas, podem ser maiores do que aqueles de corpos hídricos que drenam regiões secas ou desérticas. Entretanto, solos secos nem sempre contribuem para a salinização dos rios. A irrigação utilizando águas com grandes teores de substâncias dissolvidas pode, no entanto, vir a salinizar o solo, segundo BRADY (1983). Isso é notadamente verdadeiro em regiões cujos rios recebem uma carga elevada de poluentes.

5.1.5.3 Condutividade e legislação

Atividades agrícolas normalmente utilizam águas cujo limite de Condutividade está entre $0,25$ a $0,75 \mu\text{mhos/cm}$. Em termos de compostos iônicos dissolvidos isso corresponde a 160 a 480 mg/L . Períodos de seca fazem aumentar o teor de íons na água do solo (McGAUHEY, 1968).

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), não apresentam qualquer limite ao teor de Condutividade. Entretanto a Comunidade Européia admite até 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 ° e a Alemanha 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), não existe um valor específico para sua qualidade, nem para o lançamento de efluentes, que condicione diretamente a condutividade. Entretanto, como seu valor geralmente está atrelado também aos parâmetros cor, turbidez e sólidos presentes, seria interessante observar os mesmos critérios legais desses, e mantidas as devidas ressalvas quanto à qualidade do corpo receptor e o uso de suas águas.

5.2 PARÂMETROS QUÍMICOS ANALISADOS

5.2.1 pH

5.2.1.1 Considerações gerais

Águas naturais costumam apresentar pH na faixa de 4,0 a 9,0. Muitas são levemente básicas devido à presença de carbonatos de elementos alcalinos e alcalino-terrosos. Segundo McCAULL e CROSSLAND (1974) o pH das águas naturais está tamponado por um mecanismo que condiciona às águas uma faixa de 7,0 a 9,0, num meio ambiente livre de poluição. Os agentes que comandam esse tamponamento são as espécies carbônicas, notadamente o CO_2 e os íons bicarbonato dissolvidos na água.

O pH da água de chuva também desempenha um papel importante nesse equilíbrio, assim como os microrganismos e as raízes do solo, bem como outros processos geradores de CO_2 ali presentes.

5.2.1.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Torna-se importante conhecer o pH das águas de abastecimento devido aos seus efeitos sobre os sistemas de tratamento, e o aspecto corrosivo de algumas faixas de pH. A toxicidade de muitos poluentes fica ressaltada em condições de elevado pH, entre eles o gás sulfídrico. Metais pesados e suas formas complexadas se dissociam em

função da alteração do pH. Alguns sais são mais tóxicos dissociados, como o Sulfito de Sódio, no caso do decaimento do pH.

A população bentônica e o plâncton são restritivos às condições do pH do meio. Entretanto, alguns peixes e animais aquáticos sobrevivem em valores de pH iguais ou menores que 5,0. Qualquer ecossistema não deveria ter seu pH oscilante em mais do que 0,2 pontos, de modo a não alterar o seu bioequilíbrio, isso é ainda mais especialmente verdadeiro no mar (USEPA, 1972).

A concentração do íon H^+ nas águas naturais é de grande importância nas reações químicas que acompanham processos sedimentares e no controle da precipitação de hidróxidos em solução. No caso da solubilização do ferro, em pH 6,0 ela é 100.000 vezes maior que em pH 8,5. Em condições redutoras, as águas naturais tendem a transportar substâncias ferrosas. A migração da Alumina e da sílica é altamente dependente do pH das águas. A formação das argilas também está associada ao pH: em condições mais ácidas forma-se a caolinita (1:2), em pH mais elevado (8,0 a 9,0), forma-se a montmorilonita (1:4) (PEREL'MAN, 1967; BITTENCOURT, 2000).

O sistema químico presente predominante nas águas naturais é o equilíbrio dos carbonatos, os quais podem ser na verdade carbonatos e bicarbonatos e ácido carbônico em equilíbrio. O íon bicarbonato, geralmente é o predominante. A água pode ter baixa alcalinidade, mas elevado pH ou vice-versa. A alcalinidade sozinha não oferece muitos subsídios sobre a qualidade de uma água. (USEPA, 1972). Águas que não contem carbonatos, mas contem ácido carbônico, podem ter seu pH entre 4,0 e 5,0. Se essa água também contiver bicarbonatos, e for submetida a aquecimento, com a perda do CO_2 o pH sobe para 7,0. Isso indica que toda acidez era devida ao ácido carbônico presente. Se a amostra não tiver nem carbonatos, nem bicarbonatos, mesmo após fervura, permanecerá com pH ácido (SUCKLING, 1945).

Águas muito produtivas, com intensa fotossíntese, tendem a apresentar elevação no valor do pH devido ao grande consumo de CO_2 (PEREL'MAN, 1967). A acidez pode vir da produção de ácidos por ação microbiológica (fúlvicos e húmicos), (McGAUHEY, 1968). Também pode ser a presença de ácido sulfúrico, embora rara, resultante da degradação da pirita.

Águas muito ácidas podem causar problemas nos dentes das pessoas. Da mesma forma, se além do valor de pH muito baixo, apresentarem alto teor de nitratos, forem duras, com pouca ou nenhuma dureza de bicarbonatos, serão chumbo-solventes e

podem apresentar valores perigosos desse metal. ROSLER e LANGE (1972), observaram em estudo sobre águas que drenam rochas sedimentares, que o chumbo precipita na forma de hidróxido, em pH igual a 6,0.

A dureza ou acidez das águas dos riachos, conforme enfatizam HORNE e GOLDMAN (1994), está intimamente relacionada às águas subterrâneas que os alimentam. Se o rio é alimentado por águas de contato com arenitos, rochas sedimentares ou metamórficas com baixo índice de intemperismo e baixos teores de cálcio, suas águas geralmente são ácidas. A chuva que cai, que normalmente tem pH ácido, tem pouca ação química sobre as rochas. Rios que drenam rochas pretéritas, como granitos ou rochas metamórficas, têm suas águas similares, quimicamente, às da chuva e têm águas mais brandas.

Rochas sedimentares proporcionam uma maior solubilidade de seus constituintes no contato com as águas, impondo a essas um caráter de águas duras, diferente das águas de chuva.

Se as rochas são do tipo sedimentares alcalinas, como calcários ou dolomitos, o intemperismo químico pela chuva é mais rápido, e as águas subterrâneas ricas em cálcio, mostram um pH mais alcalino.

Essas características litológicas se traduzem também no tipo de solo e na cobertura vegetal. Solos mais ácidos apresentam plantas mais resistentes a pH baixos e os processos biológicos são ali mais lentos. Solos neutros ou alcalinos apresentam uma quantidade maior de microrganismos e a ciclagem de matéria orgânica também é maior. Os riachos que drenam tais áreas refletem essas verdades. Assim um rio que percorre solos mais alcalinos geralmente apresenta mais matéria orgânica que aqueles de áreas de solos ácidos.

Região de coníferas costumam apresentar águas brandas, moles, ou seja, com baixa dureza, baixo teor de carbonatos e bicarbonatos, portanto, baixa alcalinidade e baixo poder de tamponamento, apresentam baixo pH e cores escuras, são muito pouco produtivas (USEPA, 1972).

Águas que escoam sobre área de gnaisses porfiríticos, granito e arenitos podem ter pH entre 4,5 a 5,5. Águas que drenam áreas de basaltos e diabásio apresentam pH entre 6,0 e 7,0. Águas de regiões calcárias podem mostrar pH acima de 8,0.

Para MASON (1971), ROSLER e LANGE (1972), o pH das águas naturais de solos alcalinos varia de 9,0 a 10,0; dos rios em torno de 7,0; do mar, 8,5 e da chuva, 6,0.

O solo se apresenta com valores numa ampla faixa: 2 a 12, com a média 7,0. Solos turfosos tendem a ser ácidos, com pH entre 4,4 a 7,3. As águas de contato com tais meios podem refletir esses valores (PERELMAN, 1967).

Os esgotos, apesar de mostrarem um pH levemente alcalino (7,2 a 7,4) estão tamponados. Se seu pH for menor que 5,0 ou maior que 10,0, notadamente estará poluído com algum efluente industrial (BOLTON e KLEIN, 1973).

Segundo McCAULL e CROSSLAND (1974), bactérias ferruginosas podem estar presentes em áreas redutoras, onde há presença de ferro ferroso. Tais organismos resistem a valores muito baixos de pH, até de 3,5. Utilizam o Sulfato Ferroso como substrato, transformando-o em hidróxido férrico e ácido sulfúrico, que reduz ainda mais o pH da água.

5.2.1.3 pH e legislação

Objetivando a proteção da vida aquática o pH entre 6,0 e 9,0 é mais seguro. Essa faixa é também, de uso da maioria das indústrias. Águas mais piscosas tem sempre seu pH acima de 6,0. Para irrigação de culturas, a faixa máxima seria essa, no entanto a ideal está entre 7,0 e 8,5.

Na dessedentação animal deve estar entre 5,6 a 9,0, sendo a faixa ideal: 6,0 a 8,5. Para águas de banho, ou piscinas recomenda-se o valor do pH em torno de 7,3 (PORTO, 1991; McGAUHEY, 1968).

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001) diz que o pH deve estar entre 6,5 e 8,5.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), para águas classe II e III, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é de, no máximo, 9,0 e, no mínimo, 6,0 e para águas de Classe IV não há restrição específica.

5.2.2 Oxigênio Dissolvido

5.2.2.1 Considerações gerais

O máximo teor de Oxigênio Dissolvido (OD) num rio, a 30°C, é 9,2 mg/L Na água do mar, é 20% menor (McGAUHEY, 1968).

Esse parâmetro é um ótimo indicador nos trabalhos de controle da poluição das águas e da avaliação do desempenho dos sistemas de tratamento de efluentes. (APHA, 1998).

O nível de OD das águas naturais e dos efluentes depende de condições físicas, químicas e atividades bioquímicas presentes no meio. Dentre essas estão: a altitude, o teor de materiais dissolvidos, a temperatura e a biocenose local. Se de um lado uma água saturada de O₂ é altamente benéfica aos organismos presentes na água, de outro assume papel preocupante por seu aspecto corrosivo a superfícies de contato.

Nas águas de abastecimento a presença desse parâmetro é importante para eliminar constituintes indesejáveis como o Ferro e o Manganês, precipitando-os como óxidos. Previne também condições anaeróbias que possam a dissolver o sulfato transformando-o em H₂S (USEPA, 1972).

Os lagos costumam apresentar baixos valores de OD. Águas oligotróficas menos que eutróficas (HORNE e GOLDMAN, 1994). Apesar de positiva, a presença de Oxigênio desempenha um papel importante na re-solubilização do Fósforo de processos deposicionais e isso pode induzir a um processo de eutrofização indesejado (PORTO, 1991).

5.2.2.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Como o nível de OD decresce com o aumento da temperatura, cargas térmicas (ou épocas mais quentes) induzem a uma depleção do OD nos rios. A taxa de metabolismo dos organismos aquáticos também aumenta com o aumento da temperatura da água. O resultado é a necessidade maior de oxigênio. Paralelamente pode ocorrer o “boom” de espécies, aumentando ainda mais o seu consumo. Nesse caso haveria o desequilíbrio do ecossistema hídrico, que entraria em colapso, ocorrendo à

mortandade de peixes, doenças oportunistas, ou outras alterações (McCAULL e CROSSLAND, 1974).

McGAUHEY (1968), compara um rio a um sistema de tratamento de efluentes. Até certa altura o corpo hídrico se mostra com boa qualidade, seu OD é máximo para as condições do local e todo o sistema lítico está em equilíbrio. Considere-se que nesse ponto haja a entrada de uma carga poluente biodegradável. A partir daí começa sua degradação, com reações químicas e bioquímicas consumindo o OD, esse processo se estende pelo corpo do rio e só termina quando toda a carga lançada tiver sido removida. Ou seja, o tratamento foi completado (se a extensão do rio permitir, se não houver entrada de novos poluentes e se as condições de metabolização do substrato presente se mantiverem).

Várias fases ocorrem nos trechos do canal do rio: haverá uma de degradação, outra de decomposição ativa, outra de recuperação e, finalmente, uma zona de águas claras. Poucos são os rios que conseguem cumprir todas essas etapas. Geralmente recebem mais poluição no trajeto e nunca chegam à fase de recuperação (quando cresce o OD novamente), e muito dificilmente chegam à etapa de "águas claras", com o OD no nível de saturação novamente.

Inicialmente os organismos utilizam o Oxigênio disponível para transformar carbono em CO_2 . Na fase seguinte, metabolizam compostos nitrogenados passando-os às formas de NO_3 e NO_2 (PORTO, 1991).

FORTESCUE (1980), estudando as camadas depositadas no fundo de um lago, observa que a presença ou depleção de OD fica impressa no perfil de deposição, registrando processos geoquímicos ou biológicos pretéritos. Inclusive, nesse caso, é possível analisar o início da poluição antrópica recebida pelo lago, evidenciada pela queda no teor de oxigênio do meio.

Na classificação geoquímica das paisagens também é o nível de OD que permite caracterizar o meio. Assim, tundra seria um ambiente abundante em água, mas pobre em Oxigênio (e também gás carbônico), um deserto seria pobre em água e abundante em Oxigênio (com pouca circulação de CO_2).

Valores altos de OD num rio, geralmente, indicam que tal corpo hídrico não apresenta carga poluidora (USEPA, 1972). Entretanto, PORTO, (1991), ilustrando os diferentes níveis de qualidade dos rios no estado de SP, mostrou que nem sempre rios com alguma DBO, apresentam necessariamente baixo valor de OD. É o caso do Rio

Santo Anastácio, que na ocasião do estudo, apresentava uma DBO de 15 mg/L com OD de 7,0 mg/L.

Da mesma forma, um baixo valor de DBO numa água não lhe garante um alto índice de OD. Como em relação ao rio Grande, onde foram registrados 6,9 mg/L de OD, e apenas 1,0 mg/L de DBO.

Conclui-se, portanto, que inúmeros outros fatores podem estar associados aos teores de qualidade de um rio e seu grau de OD. Dentre esses há sua capacidade de auto-oxigenação (corredeiras e quedas), tipo de poluentes que recebe, carga de sais, vazão e resposta a chuvas, entre outras.

5.2.2.3 Oxigênio Dissolvido e legislação

Os níveis de OD de modo a suportar a existência de peixes são de no mínimo 5,0 mg/L de OD, e, nunca deveria ser menor do que tal índice, em pelo menos 80% do tempo. Admitem-se valores de 2,0 mg/L, mas em períodos curtos, seja para águas doces como salgadas.

Águas de uso na agricultura podem ter até 3,0 mg/L de OD. Águas destinadas à indústria geralmente não são bem vindas com muito OD pelos problemas de corrosão que podem causar.

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36, (BRASIL, 2001) coloca que o teor de Oxigênio consumido (entende-se que deva estar disponível), deve ser de pelo menos 2,5 mg/L e somente o Brasil coloca essa posição.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), a qualidade de águas de classe II, exige que o teor de OD, em qualquer amostra, não seja inferior a 5,0 mg/L. Para águas de Classe III, não inferior a 4,0 mg/L, para águas de Classe IV, superior a 0,5 mg/L.

Não existe um valor específico para lançamento de efluentes quando ao parâmetro OD. Entretanto, como seu valor geralmente está atrelado as necessidade das cargas de DBO e DQO, seria interessante que fosse o maior possível para o local, e observados os mesmos critérios legais de qualidade exigidos para o corpo receptor.

5.2.3 Cloretos

5.2.3.1 Considerações Gerais

Todas as águas apresentam cloretos, mesmo traços. Valores mais significativos estão associados às rochas ou minerais que os contêm SUKLING (1945) e a contaminação por esgotos.

O Cloro, na forma de cloretos, transportado totalmente dissolvido, é um dos principais ânions presentes nas águas e nos efluentes (HORNE e GOLDMAN, 1994; APHA, 1998; PORTO, 1991). O gosto salgado conferido às águas pelos cloretos, depende da sua composição. Se o cátion ligado ao cloro for sódio, com apenas 250 mg/L de cloro presente já é perceptível o gosto salgado na água. Entretanto se o cátion ligado ao Cloro for Cálcio ou Magnésio, mesmo com 1000 mg/L de Cloretos, o gosto característico não é percebido (APHA, 1998). Águas com elevados teores de cloretos podem ser corrosivas e, também mostrar gosto ruim. Portanto, podem ser recusadas para uso industrial ou abastecimento público (USEPA, 1972). O íon cloreto é indicativo de índice de qualidade ruim das águas. Geralmente também estão presentes os íons sulfato (PORTO, 1991).

Os esgotos sanitários apresentam muito NaCl. Esse sal, comum na alimentação das pessoas, passa pelo trato digestivo e é descarregado nos efluentes sanitários. Segundo SUKLING (1945), o teor de NaCl que deve ser ingerido diariamente pelas pessoas é de 5,0 gramas, e a urina humana contém cerca de 10,0 g/L de cloreto de sódio. Os esgotos costumam apresentar entre 15 e 175 mg/L de cloretos, de acordo com MCGAUHEY (1968). A carga de cloretos nos esgotos é de 6,0 g/ hab.dia, conforme PESSOA e JORDÃO (1982).

Cloretos nas águas estão associados à presença de nitratos (e provavelmente a coliformes fecais). Isso é mais relevante quando os rios drenam áreas com bastante matéria orgânica, como solos adubados com estrume, ou recebem esgoto sanitário, ou efluentes de outras fontes ricos em nitratos (ROSLER e LANGE, 1972).

Os cloretos estão presentes na solução do solo na proporção de 10 a 1000 ppm, com um valor médio de 50 ppm (BRADY, 1983).

O Cloro é considerado um nutriente, um eletrólito biológico, essencial para os animais e tem um dos maiores coeficientes de acumulação biológica. Embora não seja

considerado essencial para as plantas é fortemente absorvido por essas (MASON, 1971; FORTESCUE, 1980; PORTO, 1991). Entretanto, em meio aquoso, elevados teores de cloretos podem inibir ou ter ação destrutiva sobre as bactérias (SUCKLING, 1945). O que de certa forma colabora no decaimento bacteriano de rios que recebem esgotos.

Quanto à origem, 90% do cloreto das águas dos rios continentais provem da orla marítima ou do aerossol marinho, que é transportado por via atmosférica e com a chuva. O NaCl é transportado com o vapor d'água durante a evaporação dos oceanos. A média de chuvas que cai no planeta é de $123,4 \times 10^{12} \text{ m}^3$ de chuva por ano, dessa: $27,4 \times 10^{12} \text{ m}^3$, (22,20 %), corre para os rios, carreando em média 100 mg/L de sais dissolvidos. As salinidades mais altas se devem a sulfatos, sais de sódio e cloretos. Para uma salinidade de 100 %, a parcela devida ao Cloro é da ordem de 6,5 % (MASON, 1971; ROSLER e LANGE, 1972; PORTO, 1991). A origem dos cloretos dos oceanos, por outro lado, é vulcânica, como comprovado nos estudos feitos nos gases do Kilauea. O conteúdo de cloretos, e outros sais, na composição da água da chuva dependem da distância da costa, da estação do ano, dos ventos dominantes, da intensidade da chuva e do momento da chuva. Aerossóis e poeiras, em períodos que antecedem as chuvas, são veículos concentradores de cloretos nos meios de contato como solo, vegetação e mesmo mantendo-os em suspensão, no ar seco. O teor de cloretos é maior no início da chuva, decrescendo com o avanço da precipitação (TOLEDO e VARGAS, 1974).

5.2.3.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

O cloro é o elemento mais móvel (juntamente com o Bromo e o Enxofre), facilmente carregado pelas águas, independentemente do pH do meio. Na escala de migração de elementos no meio ambiente, é classificado como energeticamente removível, muito mais que os íons de Calcio, Sódio, Magnésio ou Potássio.

O cloro pode se acumular e modificar a paisagem na sua migração. Os cloretos estão associados aos evaporitos, como um dos principais produtos da fixação de material liberado pelos processos de intemperismo químico, causados por migração hídrica (FORTESCUE, 1980; BITTENCOURT, 2001).

A aparição cíclica do cloro, em águas que drenam cerrados, mostra que tais elementos são mais significativamente acumulados nesse tipo de solo (FORTESCUE,

1980). Também, rios de áreas desflorestadas, ou com vegetação secundária, apresentam águas mais salinizadas, que áreas de águas calmas com mata ciliar.

A presença de sais de cloro também está associada a climas secos, pois o baixo índice de chuvas impede a sua dissolução do material solúvel disponível no solo.

Os teores de cloretos, ou a salinidade como um todo, cresce das nascentes para a foz dos rios. Em relação aos valores de cloretos exibidos pelos rios, vários autores se manifestam, com vários enfoques, conforme mostrados na tabela 15 seguinte.

As rochas também mostram diferentes teores de cloretos. Nas sedimentares os valores ficam em torno de 50 a 200 mg/l (MASON, 1971). As rochas metamórficas são mais ricas em sais de Sódio e Potássio, no geral, que cloretos. As rochas ígneas, quanto menos máficas, mais expressivas nas quantidades de cloretos que apresentam. Estudos feitos por SUCKING (1945), em águas que escoam sobre rochas ígneas, revelaram um teor médio de 8,0 mg/L de cloretos. Águas que banham terrenos de aluviões quaternários apresentam baixa salinidade. Quando a quantidade é significativa está mais associada à qualidade das águas alimentadoras que à contribuição do substrato drenado.

A irrigação de culturas com águas com elevado teor de sais induz a uma crescente salinização do solo. Os íons ascendem dos horizontes inferiores e se concentram nas camadas superiores do solo.

Se o corpo hídrico receber ainda mais carga iônica via poluição, esses componentes se juntam àqueles lixiviados do solo da bacia fluvial. O quadro acumulativo, portanto, deteriora ainda mais a qualidade das águas. Solos insuficientemente drenados também podem causar esse efeito (BRADY, 1983).

TABELA 15 - TEORES DE CLORETOS EM ÁGUAS DE RIOS SEGUNDO VARIOS AUTORES

FONTE	CRITÉRIOS	VALOR (mg/L)
FORTESCUE (1980)	Valor médio apontado	5,0
USEPA (1972)	Faixa encontrada em vários rios dos EUA	3,0 a 170,0
	Valor médio considerado	9,0
SUCKLING (1945)	Valores em rios mais próximos ao mar	6,0
	Valores em rios mais distantes da costa	0,75
ROESLER (1972)	Rios mais e menos poluídos	12,6 e 0,2
	Média considerada	7,8

5.2.3.3 Cloretos e legislação

Segundo os padrões de potabilidade de águas, tem-se como limites admissíveis, desde 25 mg/L, exigidos pela Comunidade Européia, até o valor adotado no Brasil de 250 mg/L (BRASIL, 2001).

Conforme, MCGAUHEY (1968), o índice limite de qualidade para água de irrigação em termos de cloretos, é de 100,00 mg/L, com o máximo admissível em 350 mg/L.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), não existe limitação específica em relação ao teor de cloretos. Deverá ser considerada a classe do rio quanto ao uso de suas águas.

5.2.4 Demanda Bioquímica de Oxigênio

5.2.4.1 Considerações gerais

A DBO é o parâmetro mais empregado para avaliar a qualidade das águas e da eficiência de sistemas de tratamento. A DBO é um teste empírico, no qual, sob condições padronizadas de laboratório, se determina a quantidade de Oxigênio molecular (mg/L), necessário para a degradação bioquímica do material orgânico (carbonáceo) contido numa amostra. Também é medido o valor de O_2 necessário para a oxidação de compostos inorgânicos, como sulfetos e íons ferrosos, e de material nitrogenado (se não for inibida sua oxidação). O ensaio se desenvolve por no mínimo 5,0 dias de incubação da amostra (DBO_5) (APHA, 1998), até um máximo de seis meses ($DBO_{\text{último}}$). A temperatura de 20°C é selecionada por ser uma temperatura típica de um dia de verão, próxima das condições de biodegradação ótima pelas bactérias no meio ambiente. O período de 5,0 dias corresponde, na curva de desenvolvimento da DBO, àquele em que a maior parte da matéria orgânica biodegradável foi metabolizada (McGAUHEY, 1968).

A DBO acontece plenamente em dois estágios principais. O primeiro, geralmente dos dez primeiros dias, compreende a biodegradação do material mais facilmente e rapidamente oxidável. Também nessa fase ocorre a quebra de proteínas e liberação de amônia. Num segundo estágio, que pode se estender por até 180 dias, há a oxidação da

amônia e dos compostos de difícil biodegradação. No período normalmente utilizado de 5,0 dias, cerca de 67 a 75% da DBO total da amostra, é satisfeita para a maioria dos esgotos (PORTO, 1991). A evolução empírica do teste de DBO pode ser aplicada na avaliação do que acontece a um rio que recebe uma determinada carga poluente. Utilizando tratamento matemático e adotando alguns coeficientes teóricos, pode-se, com os dados locais (temperatura, velocidade de escoamento do rio e outros dados), estimar os períodos para que ocorra o processo. Estabelecem-se as zonas de degradação, decomposição e estagnação do rio, similarmente ao que aconteceria na obtenção da DBO_{última}, em laboratório (McGAUHEY, 1968).

5.2.4.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

A DBO dos esgotos varia de 100,0 a 300,0 mg/L. O valor médio da contribuição da carga de DBO é de 54,0 g/hab.dia. Para que ocorra a degradação da matéria orgânica há necessidade entre outras coisas de nutrientes, por isso, a relação média utilizada entre DBO/N/P é de 100/5/1, respectivamente, segundo PESSOA e JORDÃO (1982).

A DBO₅ não mede os teores de nitrogênio amoniacal presentes na amostra. Esse processo pode ser provocado propositalmente durante a análise, ou porque no período de 5,0 dias, naturalmente, a transformação de Nitrogênio amoniacal a nitratos e nitritos dificilmente ocorre. Quando se calcula o lançamento de uma carga de DBO num corpo hídrico, deve-se levar em conta essa demanda de O₂ pela amônia. Essa é uma das ressalvas no teste de DBO e que deve ser considerada (USEPA, 1972). Também compostos difíceis de serem metabolizados e substâncias tóxicas ou inibidoras de biodegradação, passíveis de consumir Oxigênio, não são computadas no resultado da DBO (USEPA, 1972; McGAUHEY, 1968).

Na autodepuração dos rios, conforme aponta McGAUHEY (1968), a redução dos valores da DBO é auxiliada por processos de sedimentação e adsorção, assim como, na redistribuição e dispersão da carga aplicada e do teor de OD, no fluxo longitudinal do curso d'água.

Existe variação, para mais e para menos, dos valores de DBO em função do teor de OD, da temperatura, da vazão, da entrada de novas cargas de poluentes, e da diluição por águas alimentadoras da bacia ou de tributários.

A carga de DBO gerada pelas indústrias varia grandemente, dentro de um mesmo segmento industrial, e principalmente entre ramos diferentes. Assim, os efluentes de uma indústria têxtil podem variar sua DBO desde 50,0 mg/L até mais de 1000 mg/L, em função do tipo de matéria prima ou processo industrial empregado.

Dependendo do rio, uma DBO de apenas 5,0 mg/L pode ser drástica para peixes. É o caso de rios submetidos a muita oscilação térmica.

5.2.4.3 Demanda Bioquímica de Oxigênio e legislação

Conforme, McGAUHEY (1968), os valores limites em termos de DBO, segundo as diferentes classes dos rios, são: 3,0 a 5,0 mg/L, para rios classe D (má qualidade); 2,0 a 4,0 mg/L para classe C; 1,5 a 3,0 mg/L para classe B, e 0,0 mg/L para rios de classe I, ou de boa qualidade.

Quanto a irrigar solos e culturas com água que apresente DBO: ainda não existe um consenso sobre isso ser bom ou ruim. Depende do tipo de solo, da cultura, da taxa e forma de aplicação. Também precisa ser conhecida a composição da água/efluente que está sendo empregado. Além da DBO precisam ser feitas outras análises.

Segundo o Decreto Estadual 14250, (SANTA CATARINA, 1981), para águas de classe II, o padrão de qualidade exigido é, no máximo de 5,0 mg/L para DBO₅ a 20 °C. Para rios de Classe III, o limite é de 10,0 mg/L para DBO₅ a 20 °C. Existe a ressalva de que o limite de DBO, para as classes II e III poderá ser elevado, caso o estudo da capacidade de autodepuração do corpo hídrico demonstrar que os teores mínimos de OD, previstos, não serão desobedecidos em nenhum ponto do mesmo, nas condições críticas de vazão.

Para o lançamento de efluentes é de até 60,0 mg/L (DBO₅ a 20°C) ou o sistema de tratamento, de onde provem o despejo tratado, deve apresentar eficiência superior a 80% de remoção da carga de DBO.

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), não estabelecem um valor limite para DBO.

5.2.5 Demanda Química de Oxigênio

5.2.5.1 Considerações gerais

Demanda Química de Oxigênio é uma análise indireta, que mede o total de um oxidante energético, gasto na reação com uma amostra, sob condições específicas. O consumo do oxidante é expresso em Oxigênio equivalente, ou seja, representa o total de Oxigênio que seria consumido para oxidar quimicamente o conteúdo orgânico e/ou inorgânico daquela amostra, seja ela de água natural ou efluente, em seu processo de depuração. É expresso em mg/L de O₂. O oxidante no caso, pode ser o Cromato de Potássio, usado normalmente para águas mais limpas, ou o Dicromato de Potássio, empregado para todo tipo de água ou efluente. Substâncias orgânicas e inorgânicas são oxidadas, e também aquelas que seriam tóxicas e, portanto, não avaliadas através da análise de DBO. Trata-se de um teste rápido, necessitando apenas 2 a 3 horas para conclusão. (APHA, 1998; PESSOA e JORDÃO, 1982).

5.2.5.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Inúmeros interferentes podem prejudicar o teste de DQO, como nitratos, Piridina, compostos reduzidos de Ferro, compostos orgânicos voláteis. Para minorar esse efeito o processo analítico utiliza inúmeros produtos que acabam gerando um efluente, contendo Prata, Mercúrio e Cromo Hexavalente entre outros poluentes (PORTO, 1991).

O valor da DBO está contido na análise da DQO. Em função da qualidade ou origem da amostra, torna-se mais importante analisar um ou outro parâmetro, ou ambos. Em alguns casos, quando se conhece bem a amostra, ou existe um histórico e dados suficientes, como varias análises dos dois parâmetros, de uma mesma amostra, pode-se estabelecer um fator de correlação entre ambos, o que certamente facilita os trabalhos. Nem todas as águas ou efluentes, no entanto, permitem tal procedimento. A relação DQO/DBO para os esgotos deve ser menor que 7,0 para que o mesmo seja biodegradável. Para águas naturais, a relação pode ser mais abrangente, podendo ir até 20 em função dos teores dos poluentes presentes.

5.2.5.3 Demanda Química de Oxigênio e legislação

Segundo o Decreto Estadual 14250 (BRASIL, 2001) não existe um valor específico quanto a potabilidade de águas, ou o lançamento de efluentes para a DQO. Entretanto, como seu valor geralmente está atrelado também ao parâmetro DBO, seria interessante observar os mesmos critérios legais desse, e mantidas as devidas ressalvas de cada um.

Águas naturais com DQO maior que 10 mg/L são impróprias à vida aquática em ambientes lênticos. No entanto, se o meio for lótico, valores de DQO de até 30 mg/L podem ser desejáveis à biota local.

5.2.6 Nitrogênio Total

5.2.6.1 Considerações gerais

A importância em se analisar o nitrogênio nas águas é avaliar a carga de nutrientes lançada nos corpos receptores e, se possível, a especiação desses. Também é empregada para conhecer os teores a serem removidos nos tratamentos e a eficiência desses.

As águas apresentam nitrogênio em diferentes formas e graus de oxidação, como os nitratos, nitritos, amônia e nitrogênio Orgânico. O Nitrogênio Orgânico na forma albuminóide é de rápida degradação, e encontrado nas moléculas de proteínas e aminoácidos que ainda não foram utilizados pelos microrganismos. Inclui também uréia e orgânicos sintéticos. A amônia está presente naturalmente nas águas superficiais. Os nitratos são encontrados em menor nível nas águas superficiais, da mesma forma que os nitritos.

O nitrogênio total compreende a somatória das formas de nitrogênio presentes numa amostra, que possam ser determinadas por digestão oxidativa, como seja: N orgânico + N amoniacal + N nitrito + N nitrato. (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; APHA, 1998).

5.2.6.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

Tem havido nos últimos anos um acréscimo no uso dos compostos contendo elevados teores de nitrogênio. Da mesma forma aumentou a aplicação de fertilizantes nitrogenados. As águas superficiais vêm mostrando altos índices de nitratos, resultantes da fertilização de culturas. Esse excesso de nutrientes pode levar à proliferação de algas no ecossistema aquático e a um elevado teor de nitratos nas águas destinadas a abastecimento público. As águas são mais produtivas. Águas de elevada produção costumam apresentar valores de nitratos de até 1,5 mg/l, contra aquelas de baixa produtividade que apresentam valores abaixo de 0,2 mg/l (PORTO, 1991).

O nitrogênio é transportado na água dos rios, tendo como veículo as partículas sólidas carregadas pelas águas. A intensidade de fenômeno varia com as estações do ano, o clima, o nível de descarga, as flutuações de nível, bem como com a geologia local. Comparando o arraste de nitratos pelas águas, em função da cobertura da bacia de drenagem, FORTESCUE (1980) conclui que os rios das áreas desflorestadas transportam cerca de 87 vezes mais nitratos do que aqueles dos terrenos com cobertura vegetal.

A presença de grandes quantidades de NH_4^+ nas águas indica contaminação recente pela decomposição de matéria orgânica. Se a água é pobre em amônia e rica em nitratos isso mostra que já foi efetivamente “tratada”, seja por processo biológico externo ou contato com a biota do solo ou no próprio meio. O íon amônio é indesejável na águas de abastecimento. De difícil oxidação, o mesmo propicia o desenvolvimento de certas bactérias que dão gosto ruim às águas (DEGREMONT, 1979).

Toda água na natureza apresenta pelo menos traços de Nitratos. Esse íon tem sido usado amplamente para indicar processos de migração de elementos em estudos geoquímicos.

Os nitratos provêm de forma natural, da amônia dos processos biológicos de fixação de nitrogênio, que é absorvida pelas águas da chuva. Podem vir, também, dos solos, seja pelos produtos da decomposição orgânica que ali acontecem, seja de processos erosivos, ou queimadas espontâneas a que tais áreas fiquem sujeitas. Sua presença ocorre, da mesma forma, pela reciclagem da vegetação e do húmus natural das águas. Igualmente pode vir com as águas subterrâneas que alimentam os rios.

As formas antrópicas de poluição por nitrogênio nos rios estão relacionadas aos fertilizantes químicos e ao estrume utilizado em culturas, à poluição industrial, ao esgoto sanitário e às esterqueiras das áreas rurais (FORTESCUE, 1980).

Existe um efeito cumulativo de Nitrogênio/Nitrato nos rios em relação aos seus tributários. O corpo hídrico principal pode apresentar valores de 1,0 mg/L enquanto riachos menores, que o alimentam, exibirem apenas 0,5 mg/L. O teor médio de nitratos, em rios pouco poluídos, é de 5,0 mg/L NO_3^- -N, raramente ultrapassando esse valor. Nas águas subterrâneas pode passar de 1000 mg/L (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; HORNE e GOLDMAN, 1994).

Especial atenção deve ser dada à ingestão de águas com teores significativos de nitratos, seja por adultos, animais e principalmente crianças de tenra idade, a fim de evitar a metemoglobinemia, ou cianose. Na ocorrência dessa doença geralmente a taxa de nitratos na água é superior a 20 mg/L. Águas com nutrientes em excesso, podem gerar outros problemas como a presença de nitrosaminas, causadora de câncer no sistema digestivo humano (BRAILE e CAVALCANTI, 1979; USEPA, 1972; APHA, 1998; PORTO, 1991).

Nos esgotos são encontrados os seguintes compostos nitrogenados: carbonato de amônia (resultado da hidrólise da uréia presente na urina), hidróxido de amônia (oxidação biológica da matéria orgânica nitrogenada presente nos efluentes, que se hidrolisa a NH_4OH), nitritos e nitratos (BRAILE e CAVALCANTI, 1979).

A cloração pode eliminar tais produtos nitrogenados, mas pode gerar outros, igualmente nocivos, como o NCl_3 , que deixam a água com gosto de remédio ou cheiro de gerânio (DEGRÉMONT, 1979).

No esgoto fresco quase todo o Nitrogênio está combinado como proteínas e uréia. A composição dos esgotos sanitários costuma mostrar os seguintes teores de nitrogênio: Nitrogênio Total: 25,0 a 85,0 mg/L; Nitrogênio Orgânico: 10,0 a 35,0 mg/L; Nitrogênio Amoniacal: 15,0 a 50,0 mg/L; Nitrogênio Nitrito: 0,0 a 0,10 mg/L e Nitrogênio Nitrato: 0,1 a 0,4 mg/L (PESSOA e JORDÃO, 1982).

5.2.6.3 Nitrogênio Total e legislação

Quanto aos padrões de potabilidade de água colocados na Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), o valor limite de nitratos nas águas é de 10,0 mg/l.

Quanto a irrigar solos e culturas com água que apresente elevados índices de nitrogênio existem aspectos positivos e negativos a serem considerados, como o tipo de solo, de cultura, as taxas de aplicação.

Para a dessedentação animal o limite desejado é de 200 mg/L de N-Nitrato. O limite para as águas serem piscosas é de, no máximo, 0,5 mg/L de nitrogênio na forma amoniacal (McGAUHEY, 1968).

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), para águas de classe II e III, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 10,0 mg/L para Nitrogênio em forma de Nitrato.

5.2.7 Fósforo Total

5.2.7.1 Considerações gerais

Nas águas naturais e nos efluentes o Fósforo geralmente se encontra na forma de fosfato, sejam eles ortofosfatos, pirofosfatos ou formas orgânicas. Nos corpos hídricos a população lótica utiliza e acumula o Fósforo. Ao morrer esse decanta e permanece no fundo dos rios e lagos como composto orgânico ou imobilizado com o Ferro, o Alumínio, o Cálcio e o Manganês. Também alguns coagulantes naturais ajudam a precipitar o Fósforo. O fosfato também pode estar aderido às argilas presentes.

O fósforo é considerado um dos elementos bio-limitantes das águas superficiais. É um elemento essencial nos processos biológicos, sendo um fator limitante na fertilidade dos solos e sua baixa solubilidade afeta seu uso como nutriente (O'NEILL, 1993).

5.2.7.2 - Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

A concentração de fósforo em lagos e rios é baixa, menor que 60 µg/L. Algumas águas superficiais apresentam índices de 0,2 mg/L de fosfatos sem apresentarem problemas de eutrofização. A relação de N/P para a produção de algas é de 12-20/1.

Níveis menores que 0,003 mg/L, no entanto, tornam o meio oligotrófico. Em termos de produtividade, águas com teores de fosfatos entre 0,005 mg/L e 0,1 mg/L, são consideradas, respectivamente de muito baixa a muito alta eficiência.

Os processos erosivos, o desmatamento e a fertilização das culturas são responsáveis pelo acréscimo de Fósforo dissolvido nas águas.

A entrada desse nutriente no ecossistema hídrico se deve também aos esgotos e aos detergentes orgânicos, onde se encontra na forma de polifosfatos. Com essa especiação, ligado ao Cálcio e ao Magnésio, o fosfato torna-se solúvel.

Condições redutoras, em zonas anaeróbias, podem redissolver o fosfato que está presente nos sedimentos, encorajando a eutrofização desses meios, especialmente dos lagos. A densa sopa verde de organismos, gerada pela eutrofização, dificulta a entrada de luz solar nas águas, afetando outros processos ligados à fotossíntese. Quando essa massa orgânica morre consome o O₂ no meio, afetando mais ainda a sua qualidade (McGAUHEY, 1968; O'NEILL, 1993; PORTO, 1991).

O fluxo geoquímico do Fósforo é dependente principalmente da carga de sólidos carregada pelos rios para os oceanos e pelo transporte via poeira na atmosfera. Nos rios, cerca de 63 % do Fósforo são transportados juntamente com os sólidos em suspensão e sedimentos, os restantes 37 % seguem dissolvidos. Tal proporção média varia com as estações do ano, o clima, as vazões do rio e estrutura da paisagem. As águas de chuva não carregam o fósforo na forma dissolvida. Entretanto, se estiver na poeira do ar será arrastado (O'NEILL, 1993; USEPA, 1972; PORTO, 1991).

O teor médio de Fósforo solúvel, para rios não poluídos antropicamente, é de 0,1 mg/l; para córregos ou riachos 0,002 mg/L. Essa diferença entre tributários e corpo principal também mostra o efeito cumulativo desse parâmetro nas águas. (HORNE e GOLDMAN, 1994; O'NEILL, 1993).

Na forma inorgânica tem-se compostos como a apatita, o fosfato de cálcio, o fosfato de alumínio e o fosfato de ferro III.

5.2.7.3 - Fósforo e legislação

Quanto aos padrões de potabilidade de água na Portaria nº 36 (BRASIL, 1990) não há valor limite definido para fosfatos.

São citados (USEPA, 1972) casos de envenenamentos de peixes marinhos por fosfatos, que parece se acumular nos órgãos e na pele, inclusive dando-lhe coloração vermelha. Essa constatação orientou que o limite máximo de aceitação para águas em ambiente marinho, seja de 0,001 mg/L para fosfatos.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), para águas de classe II e III, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 1,0 mg/L para Fósforo Total.

5.3 PARÂMETROS BIOLÓGICOS

5.3.1 Coliformes Totais

5.3.1.1 Considerações gerais

As bactérias do grupo coliforme são bastante conhecidas pelos sanitaristas e profissionais ligados à área de saúde. Quanto a sua taxonomia, são facultativas, gram-negativas e possuem a formato de bastonete.

Encontram-se largamente distribuídas no meio ambiente. Estão no trato intestinal do homem, outros mamíferos e pássaros. Como não são específicas do material fecal, também parasitam plantas, solo e tem como meio as águas, doces e salgadas. Por isso sempre estarão presentes nos corpos hídricos, especialmente nos mais poluídos. O grupo coliforme se desenvolve tanto em condições aeróbicas como anaeróbicas.

Ao comentar sobre a biogeoquímica das águas, ROSLER e LANGE (1972), lembram que as bactérias se constituem em 75 a 80 % de água. O material restante compreende substâncias albuminóides, carboidratos, lipídios e substâncias inorgânicas, que podem ser mineralizadas.

A análise de coliformes totais utiliza meio de cultura específico (lactose). Na técnica de membranas filtrantes desenvolve colônias de cor vermelho-escuras, com brilho verde-metálico, positivando sua presença.

5.3.1.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

A radiação ultravioleta do sol é um ótimo bactericida. Para que o esse efeito seja significativo às bactérias devem estar em suspensão, em águas claras, ou seja, livres de cor, material em suspensão ou coloidal e que escoem com pequena lâmina líquida. Em regiões tropicais esse é um dos melhores processos de auto-purificação bacteriológica dos rios.

Metais, como cobre e prata, se presentes na água, também são bactericidas. Um meio aquoso, com elevados teores de cloretos, pode inibir a proliferação de bactérias.

O pH ótimo de desenvolvimento fica na faixa de 4,5 a 9,0. Sendo que nos menores valores a taxa de mortalidade é maior.

A temperatura tem efeito marcante sobre a proliferação de bactérias nos rios. Nos meses quentes de verão a multiplicação pode ser rápida, em curtos períodos de tempo (menor que 24 horas). A temperatura mais favorável está em torno dos 37 °C, embora sobreviva na faixa de 10 a 46 °C. A temperatura ótima para incubação, em laboratório, fica em torno de 35 °C \pm 0,5 °C. Temperatura fria não afeta esse organismo.

A água de chuva pode apresentar grande contaminação por bactérias coliformes, tanto nos grupos total como fecal, em função das superfícies de contato, como a poeira do ar, a vegetação, e o solo (HORNE e GOLDMAN, 1994). É comum observar um crescimento acentuado de bactérias nos rios após precipitações fortes e curtas logo após épocas de seca. Se a chuva persiste, ou após períodos de muita chuva, o fenômeno é contrário. O que justificaria tal fato seria o grande arraste pelas águas de material contaminado. No caso, o efeito inicial é maior para chuvas intensas e concentradas e tende a diminuir com o avanço do período chuvoso.

A qualidade bacteriológica dos rios está associada aos inúmeros fatores que o rio agrega em seu deslocamento na paisagem, bem como às estações do ano, às oscilações da temperatura, às chuvas e outras tantas variáveis. Há alterações de qualidade entre os rios e seus tributários, ou dentro do próprio corpo principal, com a contaminação geralmente crescendo das nascentes para a foz (SUCKLING, 1945).

Os esgotos costumam apresentar valores de coliformes totais na ordem de 10^8 a 10^{11} NMP/100 mL. Em um mililitro da água de um rio podemos encontrar mais de um milhão de células de bactérias. Dessas apenas algumas centenas estão ativas, as demais se encontram latentes aguardando, ou criando condições, para se desenvolverem.

A proliferação bacteriana que ocorre nos corpos hídricos pode ser rápida e fulminante. Isso pode ser uma condição especial do rio num ponto, numa época do ano ou outra situação favorável. Assim como aconteceu o “boom”, também o decaimento pode ser muito rápido (HORNE e GOLDMAN, 1994).

Seria injusto não falar da enorme tarefa desempenhada por esses organismos microscópicos, as bactérias. BRADY (1983) fala das bactérias do solo como “...uma força de tremenda magnitude”.

RANKAMA e SAHAMA (1954) já mencionavam os feitos geológicos das bactérias ao comentar da dissolução dos carbonatos pelos ácidos orgânicos, pela redução de sulfatos e nitratos, pela manutenção dos sedimentos calcáreos, por produzirem CO_2 e CH_4 básicos à vida, aos hidrocarbonetos e tantas outras tarefas desempenhadas, também pelas nossas coliformes totais e suas aparentadas.

5.3.1.3 - Coliformes Totais e legislação

O teor máximo recomendado para aceitação de águas superficiais sem tratamento, é no máximo 20.000 organismos coliformes totais (NMP)/100 mL (USEPA, 1972).

Um critério para definir os padrões bacteriológicos de águas é proposto por McGAUHEY (1968), quando orienta coletas sucessivas de 10 mL e 100 mL, por pelo menos 30 dias seguidos, no mesmo local. As amostras de 10 mL, não poderão apresentar mais que 10 % de resultados positivos a coliformes e o grupo de amostras de 100 mL, não mais que 60 %.

Para águas destinadas a irrigação, e recreação de contato, o teor máximo desejável de coliformes totais é de 1000 organismos (NMP)/100 mL.

A eficiência das ETEs pode ser de mais de 99% e deve ser maior que 99% para as ETAs. Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), não fixa um o valor limite de bactérias totais.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), águas de classe II, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 5000 NMP/100 mL, para 80% (ou mais) das amostras, e de pelo menos 5,0 colhidas, num período de cinco semanas consecutivas. Para águas de classe III, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 20000 NMP/100 mL, para 80% (ou mais) das amostras, e de pelo menos 5,0 colhidas, num período de cinco semanas consecutivas. No caso das águas de Classe IV possuírem índices de Coliformes superiores aos valores máximos estabelecidos para a Classe III, elas poderão ser utilizadas para abastecimento público, somente se métodos especiais de tratamento forem utilizados, a fim de garantir a sua potabilização.

Os resultados desse estudo têm como unidade UFC/100mL ao invés de NMP/100 mL (FUNASA, 2001) Seguem a Portaria 1469 (BRASIL, 2001), do Ministério da Saúde, que: exige ausência de Coliformes Totais na amostra de água analisada (100 mL), para que a mesma seja potável.

5.3.2 Coliformes Fecais

5.3.2.1 Considerações gerais

As bactérias do grupo coliforme fecal têm sido usadas para indicar qualidade sanitária das águas desde 1880. Geralmente estão associadas aos esgotos porque a maioria provém do trato intestinal do homem, animais e pássaros. Os organismos patogênicos sempre estão associados a sua presença. Um exemplo é a *Salmonella*, encontrada em águas cuja contagem de coliformes fecais sempre é superior a 200 organismos/100 mL (NMP). O meio de cultura empregado no teste de coliforme fecal utiliza também lactose. Essas bactérias se apropriam desse meio, desenvolvendo gases e ácidos. No teste em membrana filtrante surgem colônias de coloração com vários tons de azul positivando a sua presença (ROSLER e LANGE, 1972).

As fezes humanas contem cerca de 1/3 a 1/4 de seu peso de bactérias. Desse total, a maior parte representa células mortas. Entretanto, o número de bactérias sobreviventes e passíveis de reprodução pode chegar a 1.000 milhões/grama. No esgoto sanitário os coliformes presentes na sua maioria são do grupo fecal (\pm 93%). Nesse aspecto a análise de coliformes fecais representa um teste relativamente rápido e seguro

de exame bacteriológico de uma amostra de água, que indica contaminação recente do meio por material fecal.

5.3.2.2 Fatores relevantes envolvendo o parâmetro

As doenças de origem biológica, de veiculação hídrica, são essencialmente dependentes da poluição por material fecal. Entre essas, causadas por bactérias e vírus, estão as febres entéricas, a cólera, e outros distúrbios gastro-intestinais. Ainda as infecções advindas da *Salmonella* e outras bactérias, a Leptospirose, e as doenças ligadas a amebas e helmintos.

Os hospedeiros que liberam tais organismos para o meio líquido podem ser homens ou animais. Os coliformes fecais podem infectar as vias urinárias. Uma água poluída com esgotos sempre representa um perigo de doenças (SUCKLING, 1945).

Os esgotos costumam apresentar valores de coliformes fecais na ordem de 10^6 a 10^7 NMP/100 mL. Especial atenção deve, pois, receber os efluentes de hospitais e clínicas de saúde, quanto a esse parâmetro.

O tempo de vida das bactérias coliformes na água é pequeno em relação aos vírus. O grupo coliforme prolifera mais facilmente em águas poluídas, o que torna o diagnóstico de qualidade sanitária de uma água ainda mais difícil.

A cloração é eficiente para remover coliformes fecais e a grande maioria das bactérias patogênicas, mas não é eficiente para remover vírus. Portanto, um teste negativo para *E. Coli*, normalmente presente com os coliformes fecais, não indica que tenha sido eliminada a possibilidade de contaminação por vírus patogênicos.

Os vírus vivem mais que as bactérias. Em moluscos podem sobreviver por meses, em peixes, vários dias, mesmo quando esses são retirados do ambiente contaminado (McGAUHEY, 1968 e USEPA, 1972).

5.3.2.3 Coliformes Fecais e legislação

Quanto aos padrões de potabilidade de água, a Portaria nº 36 (BRASIL, 2001), não é aceita a presença dessas bactérias, ou seja, o valor limite para coliformes fecais é de 0,0 organismos /100 mL.

Segundo o Decreto Estadual 14250 (SANTA CATARINA, 1981), para águas de classe II, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 1000 NMP/100 mL, para 80% ou mais das amostras, e de pelo menos cinco, colhidas num período de cinco semanas consecutivas. Para águas de classe III, o padrão de qualidade exigido para o lançamento de efluentes é, no máximo, 4000 NMP/100 mL, para 80% ou mais das amostras, e de pelo menos cinco, colhidas num período de cinco semanas consecutivas.

O teor máximo recomendado para aceitação de águas superficiais sem tratamento, é de 2000 organismos coliformes fecais (NMP)/100 mL (USEPA, 1972).

Os resultados aqui apresentados têm como unidade UFC/100mL (FUNASA, 2001), e seguem a Portaria 1469 (BRASIL, 2001), que exige ausência de Coliformes Fecais na amostra de 100 mililitros analisada.

6 AVALIAÇÃO GERAL DOS PARÂMETROS ANALISADOS

6.1 RESULTADOS

6.1.1 Temperatura das Águas

Nas tabelas 16 e 17 pode-se observar os valores das temperaturas das águas e ambiente, junto aos pontos de coleta dos rios. O gráfico da figura 31 exhibe os teores a médios obtidos.

A temperatura média geral das águas, entre todos os rios de Blumenau, no período, ficou em 20,5 °C. O maior valor observado foi do rio da Velha, em P14, com 29,8 °C. O menor pertence às águas das nascentes do rio Itoupava, com 8,8 °C. O rio que se apresenta mais quente é o Itajaí-Açú, com a maior média geral de 21,3 °C. O rio mais fresco é o Garcia, seja pelo menor valor da média por pontos, em seu P1, com 17,85 °C, seja na menor média entre os rios, com 19,2 °C.

Dentre os afluentes do rio Itajaí-Açú, o rio mais aquecido é o rio do Testo, cujas águas tem média geral de 21,1°C. Também os rios Itoupava e Fortaleza, em toda sua extensão, mostram águas aquecidas.

6.1.2 Temperatura Ambiente Junto aos Pontos de Coleta

A temperatura média geral ambiente de Blumenau, para o período de maio/2000 a setembro/2001, foi de 21,4 °C. Constatou-se que a região do rio Itoupava é a mais aquecida. Esse rio exibiu a maior temperatura média ambiente entre os rios, de 21,6 °C; seus pontos P9 e P8 exibiram as maiores temperaturas locais de 36°C e 34 °C, respectivamente. Entretanto, esse rio também é dono do menor valor da temperatura ambiente medida na região do entorno de P8, de 8,0 °C.

A região de temperatura mais amena é aquela do entorno do ponto P1 do rio Garcia. Esse rio mostra as menores médias da temperatura ambiente por ponto e geral entre os rios, respectivamente, ponto P1 com 21,23 °C e rio com 21,6 °C.

TABELA 16 – VALORES DA TEMPERATURA DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (°C)

PONTO	2000						2001										2002						MEDIA	
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL		AGO
1	16,2	13,5	15,2	...	18,7	20,3	22,7	20,2	20,1	14,8	13,8	14,6	17,9	18,3	18,6	19,3	18,9	23,2	23,0	19,4	13,9	11,7	18,3	17,9
2	17,0	14,6	15,8	...	19,4	21,8	24,2	21,7	20,7	15,1	14,6	15,7	19,1	19,3	19,3	20,6	20,7	24,4	24,6	20,0	14,4	12,7	18,9	18,9
3	20,1	15,9	17,5	...	19,8	23,2	25,9	23,0	21,0	15,7	15,5	16,6	20,0	19,9	20,0	21,3	21,8	25,4	25,9	20,9	14,4	13,9	19,8	19,9
4	19,0	16,5	17,0	...	20,0	23,0	25,4	23,4	21,1	15,2	15,6	16,5	20,0	20,6	20,3	21,3	22,7	26,9	26,0	21,0	15,3	13,7	19,6	20,0
..																								19,1
5	19,8	9,7	15,7	17,6	25,2	28,6	26,5	26,4	23,1	16,6	21,0	14,6	19,5	22,2	19,7	22,0	23,6	24,7	23,0	22,1	21,4	18,9	16,3	20,8
6	19,2	11,0	17,4	17,4	21,6	27,3	25,8	25,9	23,0	17,8	21,0	15,4	19,7	22,0	20,1	21,6	23,5	24,4	22,9	21,5	21,4	19,2	16,5	20,7
7	19,4	11,4	17,6	18,3	22,0	27,9	26,5	26,0	23,0	18,5	21,0	15,4	19,7	21,9	20,0	21,7	24,0	24,3	23,5	21,4	21,5	19,2	16,6	20,9
..																								20,8
8	17,7	8,8	14,4	16,4	24,6	27,0	24,1	25,5	22,5	15,5	20,5	15,3	19,4	21,7	20,5	21,2	22,1	24,0	21,6	21,3	21,8	18,7	15,6	20,0
9	18,7	9,4	15,1	16,0	25,9	27,3	25,4	25,8	22,2	16,3	20,4	14,4	19,6	22,6	19,6	21,3	22,7	24,8	22,4	21,9	21,5	18,9	16,0	20,4
10	19,3	9,8	15,7	16,4	25,4	28,5	26,2	27,0	23,8	16,9	21,3	15,6	20,1	23,1	21,9	22,6	23,3	25,0	23,0	22,2	20,9	19,6	16,2	21,0
..																								20,5
11	16,3	14,1	15,5	...	19,0	21,3	22,6	22,9	21,5	17,0	19,5	18,1	17,2	18,1	18,2	21,5	21,3	23,7	22,6	20,8	19,5	14,8	15,6	19,1
12	16,2	12,8	14,7	...	19,3	20,9	23,8	23,9	22,0	16,5	20,2	17,9	17,4	18,7	18,7	21,6	22,1	23,6		21,5	19,8	16,1	15,8	19,2
13	17,7	16,3	17,8	...	21,3	27,0	27,0	23,0	22,3	17,4	20,5	18,8	17,9	18,2	18,8	22,1	23,4	25,3	24,1	21,7	21,2	16,4	16,5	20,7
14	20,6	16,6	18,2	...	23,8	29,8	27,4	24,3	23,1	18,2	21,0	19,2	18,4	18,8	19,2	22,7	23,7	25,5	24,7	22,1	22,4	16,7	17,0	21,5
..																								20,1
15	16,7	13,7	15,8	18,7	19,8	25,0	27,5	26,1	23,1	18,6	20,5	18,3	18,3	18,9	18,8	24,0	26,1	27,2	28,5	23,2	21,6	18,2	18,0	21,2
16	17,6	14,1	18,5	18,5	20,1	25,2	26,8	26,1	22,9	18,9	20,7	18,3	18,4	18,8	19,1	23,5	26,0	27,0	28,9	23,3	22,2	18,2	17,8	21,3
..																								21,3
17	19,8	11,9	16,4	16,8	26,3	26,2	25,7	26,8	23,0	18,4	14,7	14,5	20,5	21,6	21,5	24,5	24,8	27,9	22,4	19,6	21,8	18,0	22,8	21,1
18	19,2	10,5	15,7	16,7	25,8	26,5	25,6	26,5	23,1	18,1	14,8	14,2	20,6	21,5	21,7	25,0	25,1	28,3	22,6	19,2	21,7	18,0	22,0	21,0
..																								21,1

FONTE : FAEMA (2001); FAEMA (2002); FAEMA (2003)-em elaboração

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

TABELA 17 - VALORES DA TEMPERATURA AMBIENTE JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (°C)

PONTO	2000						2001										2002						MEDIA	
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL		AGO
1	20,4	14,4	16,5	...	24,0	26,0	30,0	26,0	24,0	17,0	14,5	16,5	19,0	23,0	23,0	22,5	25,0	30,0	27,0	21,2	14,8	11,8	20,5	21,2
2	18,1	14,4	16,5	...	24,0	26,0	30,0	28,0	24,0	16,0	13,5	16,5	20,0	25,0	22,5	23,0	24,0	30,0	29,0	21,3	15,5	11,0	21,5	21,4
3	19,0	14,4	16,5	...	25,0	26,0	29,0	29,0	24,0	18,0	14,5	16,0	19,5	25,0	21,0	23,0	24,0	30,0	29,0	21,6	15,2	10,8	23,0	21,5
4	19,0	14,4	16,5	...	26,0	26,0	28,0	31,0	24,0	18,0	18,0	17,5	20,5	27,0	23,5	23,0	24,0	30,0	30,0	21,6	13,6	13,0	21,5	22,1
...																								21,6
5	...	10,0	13,2	20,6	28,0	29,0	31,0	29,0	28,0	17,0	23,0	18,0	20,5	23,5	24,0	24,0	23,0	24,0	23,5	22,8	24,8	19,8	16,9	22,4
6	...	10,0	15,4	20,6	26,0	31,0	30,0	28,0	28,0	17,0	22,0	15,0	20,5	24,0	24,0	24,0	23,0	27,0	23,0	22,1	26,7	20,0	15,8	22,4
7	...	8,0	15,4	18,5	25,0	29,5	30,0	29,0	26,0	18,0	20,0	14,0	20,5	23,0	25,0	23,0	24,0	24,5	25,0	22,4	24,7	18,5	15,5	21,8
...																								22,2
8	...	8,0	13,2	18,5	29,0	30,0	28,0	34,0	26,0	16,0	24,5	18,0	23,0	24,5	27,0	25,0	22,0	26,0	24,0	22,8	25,5	20,5	16,0	22,8
9	...	8,0	13,2	18,5	33,0	32,0	28,0	36,0	26,0	16,0	24,0	17,0	23,0	25,0	28,0	26,0	23,5	30,0	23,0	21,9	26,5	20,0	17,8	23,5
10	17,2	8,0	13,2	18,5	32,0	31,0	28,0	30,0	28,0	15,0	24,0	21,0	24,0	26,0	29,0	26,0	23,0	30,0	23,0	24,0	21,6	21,4	16,0	23,0
...																								23,1
11	20,3	14,4	15,4	...	24,0	26,0	26,0	27,0	23,0	19,0	21,5	20,0	19,0	19,0	18,5	26,0	22,0	29,0	25,0	21,6	20,5	12,5	17,5	21,2
12	18,5	14,4	15,4	...	24,0	26,0	26,0	27,0	24,0	16,9	22,0	21,0	19,0	21,5	19,0	25,0	24,0	29,0	26,0	22,5	20,3	15,5	21,0	21,7
13	18,2	14,4	15,4	...	26,0	28,0	33,0	28,0	23,0	18,0	21,5	21,0	20,0	19,0	19,5	26,0	24,0	29,0	24,0	23,0	20,6	14,8	19,0	22,1
14	19,6	14,4	16,5	...	31,0	30,0	28,0	29,0	24,0	17,0	22,0	20,5	18,0	19,0	20,0	24,0	23,0	25,0	25,0	22,6	23,4	16,0	17,7	22,1
...																								21,8
15	18,2	14,4	15,4	20,6	21,0	31,0	33,0	29,0	24,0	22,0	21,5	23,0	25,0	22,0	19,0	24,0	24,0	33,0	28,0	23,5	22,4	19,0	23,5	23,3
16	18,6	14,4	16,5	20,6	30,0	28,0	28,0	29,0	24,0	22,0	21,5	20,0	19,0	19,0	21,0	24,0	24,0	26,5	30,0	21,0	23,2	19,8	18,7	22,6
...																								22,9
17	...	8,0	13,2	18,5	30,0	31,0	26,0	31,0	27,0	24,0	15,5	13,0	20,0	30,0	24,5	24,0	22,5	28,0	22,0	18,6	25,6	18,5	22,0	22,4
18	20,4	8,0	13,2	18,5	31,0	32,0	26,0	30,0	26,0	22,0	15,5	13,0	19,0	29,0	23,0	24,0	21,0	29,0	21,0	17,0	24,9	18,5	22,0	21,9
...																								22,2

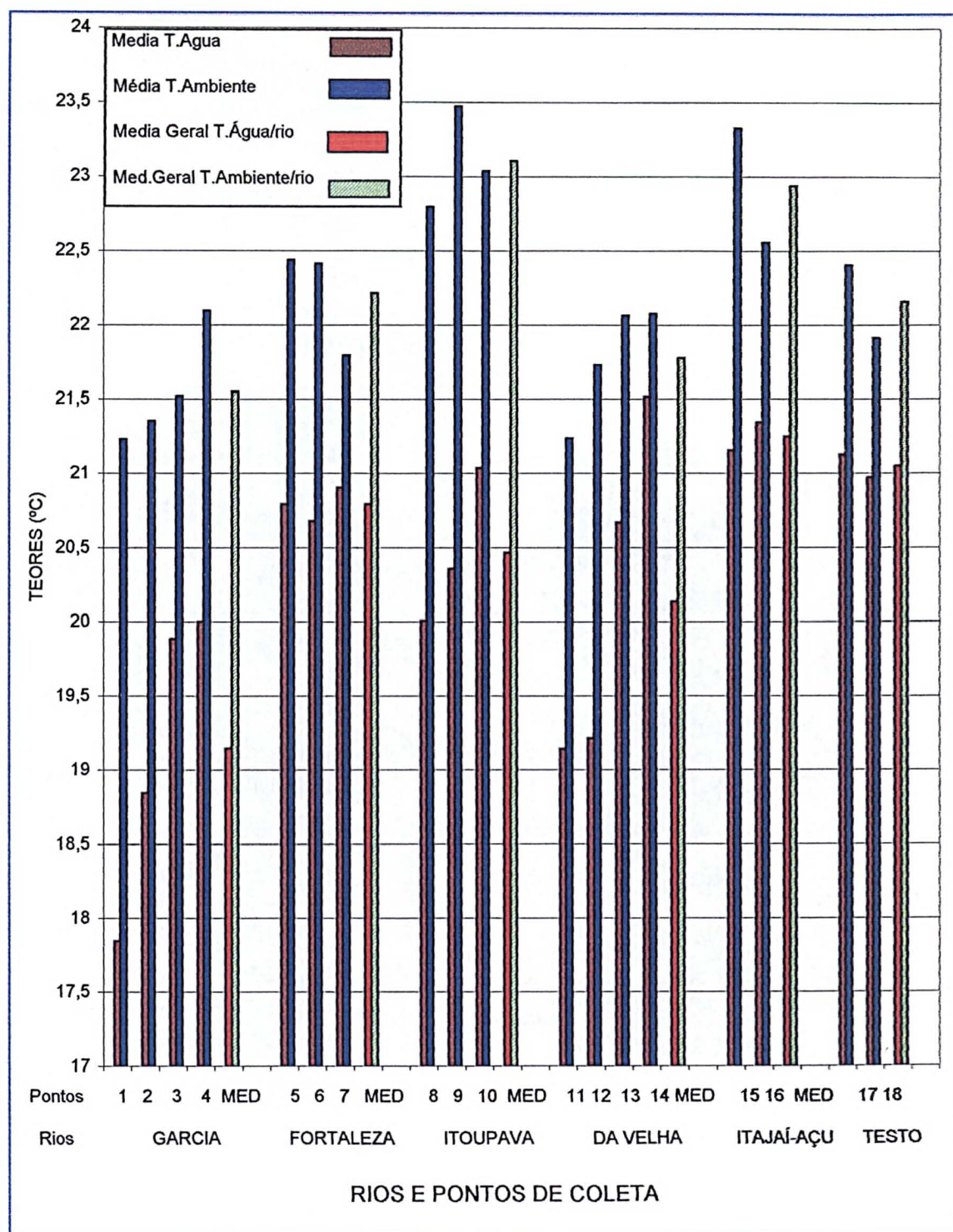
FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

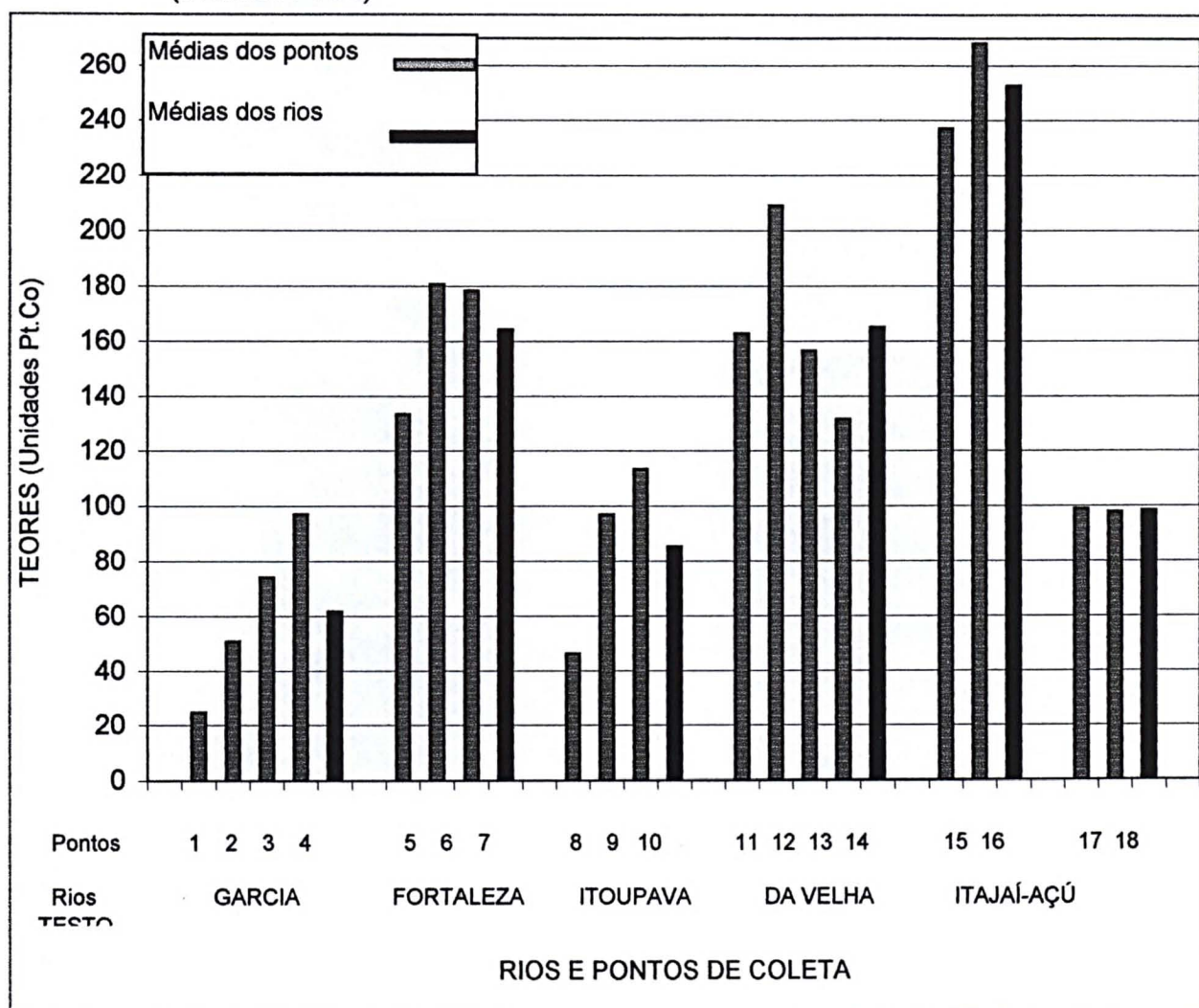
FIGURA 31 - VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA DA ÁGUA E AMBIENTE JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU - SC



6.1.3 Cor

Os resultados desse parâmetro constam do gráfico da figura 32, bem como seus teores médios e da tabela 18.

FIGURA 32 - VALORES MÉDIOS DE COR DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU
(Unidade Pt/Co)



O rio Itajaí-Açú, com 590 unidades de cor, exibiu o maior valor, em seu ponto 16, e também a maior média entre os pontos com 268,2 unidades Pt/Co. Da mesma forma foi desse rio a maior média entre todos os rios com 252,6 unidades Pt/Co.

Com comportamento similar àquele para outros parâmetros, o rio de águas menos coloridas é o Garcia com a menor média geral de 61,6 unidades. Seu ponto P1 teve o menor teor e menor média por ponto, como seja: 8,0 e 24,7 unidades Pt/Co.

**TABELA 18 -VALORES DE COR DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA
(UNIDADES Pt/Co)**

PONTO	2000						2001									2002						MEDIA		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV		ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	15,0	13,0	30,0	...	40,0	17,0	210,0	...	89,0	26,0	...	17,0	19,0	29,0	15,0	132,0	16,0	41,0	22,0	24,0	11,0	8,0	12,0	24,7
2	24,0	26,0	...	...	87,0	37,0	34,0	...	178,0	25,0	...	30,0	33,0	40,0	34,0	179,0	24,0	43,0	31,0	70,0	21,0	14,0	33,0	50,7
3	95,0	52,0	...	...	107,0	55,0	70,0	...	230,0	42,0	...	46,0	48,0	48,0	45,0	184,0	52,0	101,0	48,0	50,0	34,0	57,0	43,0	74,1
4	79,0	220,0	96,0	...	82,0	63,0	61,0	...	265,0	50,0	...	153,0	70,0	75,0	105,0	154,0	50,0	94,0	74,0	114,0	54,0	38,0	43,0	97,0
..																								61,6
5	226,0	142,0	109,0	241,0	181,0	189,0	167,0	...	171,0	127,0	183,0	139,0	130,0	146,0	130,0	134,0	86,0	71,0	73,0	62,0	83,0	62,0	84,0	133,5
6	433,0	155,0	165,0	...	...	310,0	345,0	...	111,0	147,0	119,0	137,0	148,0	144,0	164,0	166,0	130,0	140,0	105,0	219,0	194,0	102,0	...	180,7
7	418,0	143,0	165,0	222,0	...	257,0	361,0	...	101,0	...	110,0	131,0	163,0	155,0	196,0	126,0	183,0	117,0	126,0	115,0	190,0	110,0	...	178,4
..																								164,2
8	96,0	24,0	26,0	66,0	105,0	40,0	38,0	...	36,0	36,0	28,0	42,0	24,0	39,0	47,0	105,0	49,0	30,0	51,0	28,0	42,0	19,0	...	46,2
9		54,0	55,0	92,0	103,0	104,0	103,0	...	93,0	87,0	79,0	56,0	74,0	121,0	114,0	103,0	102,0	74,0	125,0	93,0	160,0	108,0	134,0	96,9
10		84,0	84,0	128,0	134,0	110,0	...	...	115,0	96,0	109,0	66,0	87,0	127,0	184,0	125,0	119,0	110,0	99,0	95,0	147,0	81,0	166,0	113,3
..																								85,5
11	420,0	80,0	66,0	...	124,0	109,0	380,0	...	138,0	98,0	...	11,0	83,0	...	310,0	213,0	90,0	113,0	100,0	252,0	78,0	156,0	121,0	162,8
12	147,0	114,0	136,0	...	273,0	304,0	187,0	...	193,0	79,0	...	19,0	117,0	...	209,0	116,0	331,0	400,0	239,0	193,0	258,0	415,0	51,0	209,0
13	426,0	113,0	100,0	...	149,0	125,0	...	...	161,0	78,0	...	18,0	80,0	...	337,0	357,0	97,0	109,0	119,0	407,0	85,0	92,0	94,0	156,4
14	212,0	124,0	191,0	...	150,0	139,0	...	...	169,0	77,0	...	89,0	103,0	...	...	217,0	108,0	104,0	136,0	96,0	112,0	112,0	96,0	131,5
..																								164,9
15	138,0	115,0	340,0	444,0	172,0	203,0	456,0	...	383,0	...	...	93,0	106,0	...	...	319,0	238,0	249,0	185,0	142,0	90,0	325,0	269,0	237,1
16	235,0	160,0	253,0	430,0	154,0	248,0	434,0	...	411,0	...	...	117,0	119,0	...	...	409,0	230,0	263,0	247,0	155,0	88,0	590,0	285,0	268,2
..																								252,6
17	127,0	63,0	54,0	75,0	152,0	93,0	...	...	...	99,0	...	92,0	171,0	...	...	138,0	80,0	109,0	110,0	74,0	68,0	90,0	84,0	98,8
18	186,0	50,0	50,0	133,0	85,0	121,0	...	...	...	106,0	...	95,0	87,0	...	...	123,0	76,0	130,0	152,0	67,0	59,0	65,0	77,0	97,8
..																								98,3

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

6.1.4 Turbidez

Conforme os valores apontados na tabela 19 e as médias da figura 33, o maior valor observado foi no Rio Itajaí-Açú, com 109 UNT, no ponto 16, que também apresentou a maior média entre os pontos com 49,7 UNT e a maior média entre todos os rios com 47,6 UNT. Também se nota que há um crescimento nos teores do parâmetro ao longo de sua passagem por Blumenau em cerca de 8 %, às vezes dobrando até de valor do ponto 15 para o 16.

O rio de águas mais límpidas é o Garcia com média geral de 7,2 UNT e seu ponto 01 exibe a menor média por ponto e menor valor observado, respectivamente, 7,2 UNT e 0,6 UNT.

FIGURA 33 - VALORES MÉDIOS DE TURBIDEZ DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (UNT)

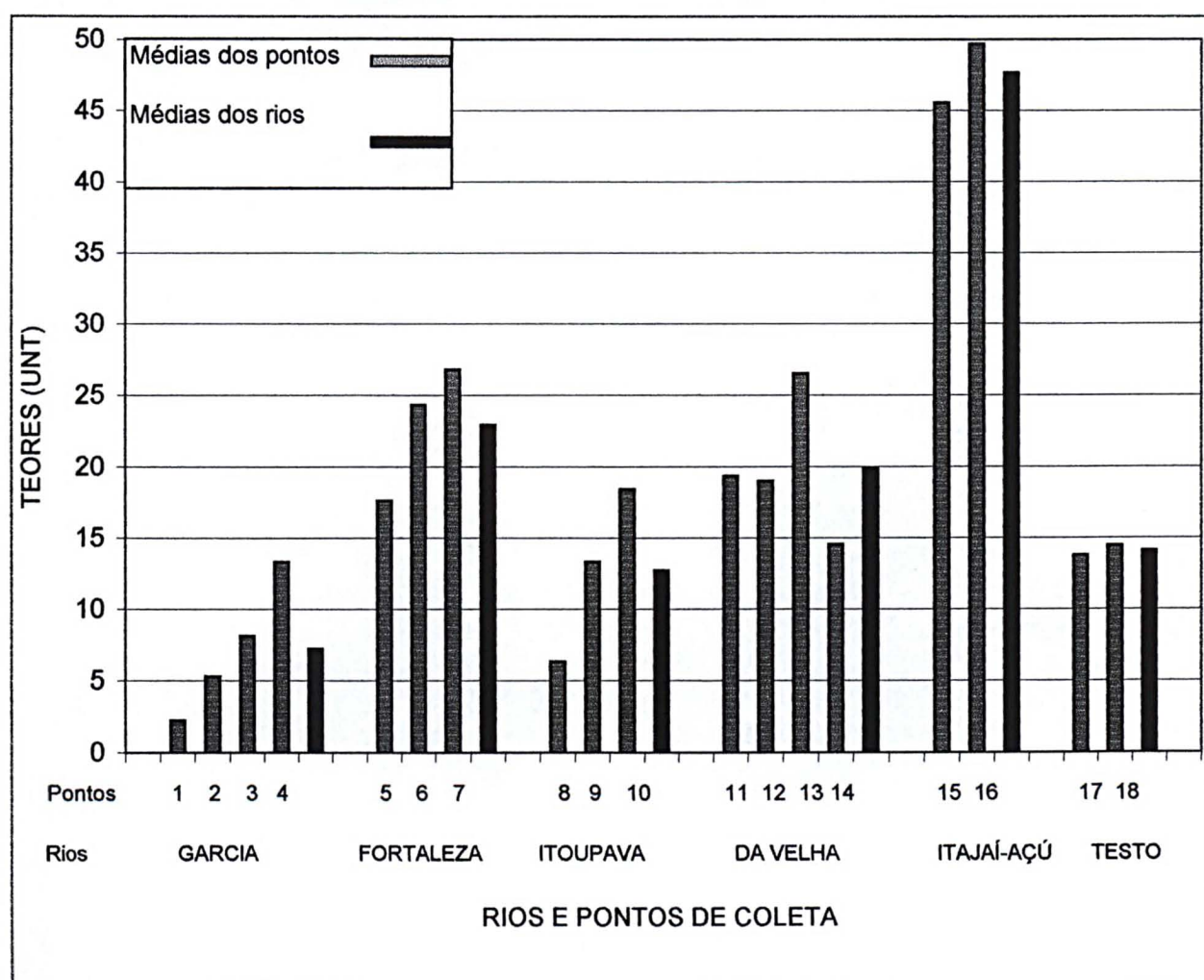


TABELA 19 - VALORES DE TURBIDEZ DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS PRINCIPAIS PONTOS DE COLETA (UNT)

PONTO	2000					2001										2002							MEDIA	
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL		AGO
1	1,0	0,6	1,0	...	2,3	1,4	4,7	2,5	10,0	2,1	1,1	1,4	1,3	2,3	1,9	1,4	1,6	3,9	1,7	1,9	1,9	1,2	2,0	2,2
2	2,3	2,3	3,2	...	10,2	3,2	7,1	4,5	30,1	3,8	2,8	3,7	3,2	3,5	3,2	2,9	3,0	7,0	3,0	6,7	3,1	1,7	6,2	5,3
3	7,9	3,1	6,5	...	14,0	5,9	10,6	6,4	49,5	5,8	3,0	7,7	3,8	4,1	4,0	3,9	6,9	7,1	4,6	5,1	3,6	8,7	6,8	8,1
4	6,8	31,4	6,9	...	10,3	7,6	13,7	19,9	53,3	7,2	7,3	39,4	6,3	7,5	19,5	6,7	6,3	6,9	10,5	7,0	6,3	4,0	8,2	13,3
..																								7,2
5	33,3	19,1	12,6	32,5	21,5	...	16,0	24,2	24,6	15,0	24,3	25,7	16,6	22,3	16,1	12,9	9,5	7,0	17,0	7,9	12,9	6,6	10,2	17,6
6	65,4	18,6	20,4	44,7	77,9	...	46,0	10,9	11,5	16,5	13,4	14,5	17,1	14,9	18,0	14,9	12,8	11,7	13,3	33,0	23,8	11,6	...	24,3
7	61,5	18,9	20,4	25,7	85,7	33,3	51,5	9,3	10,3	77,1	11,7	14,9	18,3	17,4	22,2	13,2	19,7	13,9	17,5	13,0	21,6	12,2	...	26,8
..																								22,9
8	12,4	3,6	2,1	7,1	6,0	3,8	4,0	4,8	4,6	3,4	3,5	1,6	3,0	4,1	4,6	14,8	7,8	2,0	7,5	3,0	4,0	2,1	...	6,3
9	46,1	6,8	5,3	10,1	11,3	11,9	12,1	10,7	12,3	10,7	9,0	6,6	8,9	14,1	12,9	12,0	12,4	11,1	19,8	10,2	17,5	16,6	18,1	13,3
10	63,6	11,8	8,0	13,8	16,7	13,8	60,3	16,6	13,3	14,0	14,4	9,0	11,4	16,8	20,1	12,2	16,9	12,6	14,0	13,2	17,2	11,2	22,7	18,4
..																								12,7
11	...	9,7	9,8	...	16,6	13,3	23,6	28,8	17,8	14,0	11,1	15,8	12,6	...	47,4	29,2	10,6	15,4	12,6	44,2	11,3	25,5	17,7	19,4
12	18,6	13,2	15,1	...	23,5	24,9	...	23,1	16,8	6,8	16,6	13,1	12,0	...	28,6	12,2	16,3	26,6	19,4	23,6	36,8	27,3	5,1	19,0
13	72,8	9,9	11,2	...	15,7	12,4	...	18,0	20,9	10,1	96,5	21,8	9,9	...	54,6	...	9,8	14,0	11,5	83,8	8,7	10,5	11,6	26,5
14	13,5	11,5	18,6	...	16,9	15,5	11,4	23,4	20,3	10,3	9,5	8,0	14,1	...	...	30,0	9,3	7,7	20,5	16,0	11,1	13,3	10,0	14,5
..																								19,8
15	34,4	16,9	49,4	76,4	29,1	32,7	101,0	98,1	63,7	104	19,0	13,9	18,0	...	...	57,7	28,7	42,5	24,8	25,3	14,1	57,6	49,2	45,5
16	41,2	20,7	37,7	77,7	27,4	41,8	98,4	...	70,5	109	25,2	14,1	20,6	...	...	101,0	...	42,1	29,6	27,3	12,6	96,2	50,9	49,7
..																								47,6
17	17,8	9,7	6,0	8,2	12,8	14,2	...	17,4	...	13,7	10,6	13,0	26,1	...	...	25,6	10,7	16,7	16,5	9,1	10,8	13,3	9,6	13,8
18	29,7	7,3	4,5	19,2	10,1	17,9	...	23,7	...	14,7	9,4	11,2	14,8	...	...	22,7	10,4	20,5	19,4	8,9	10,5	10,2	9,4	14,5
..																								14,1

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

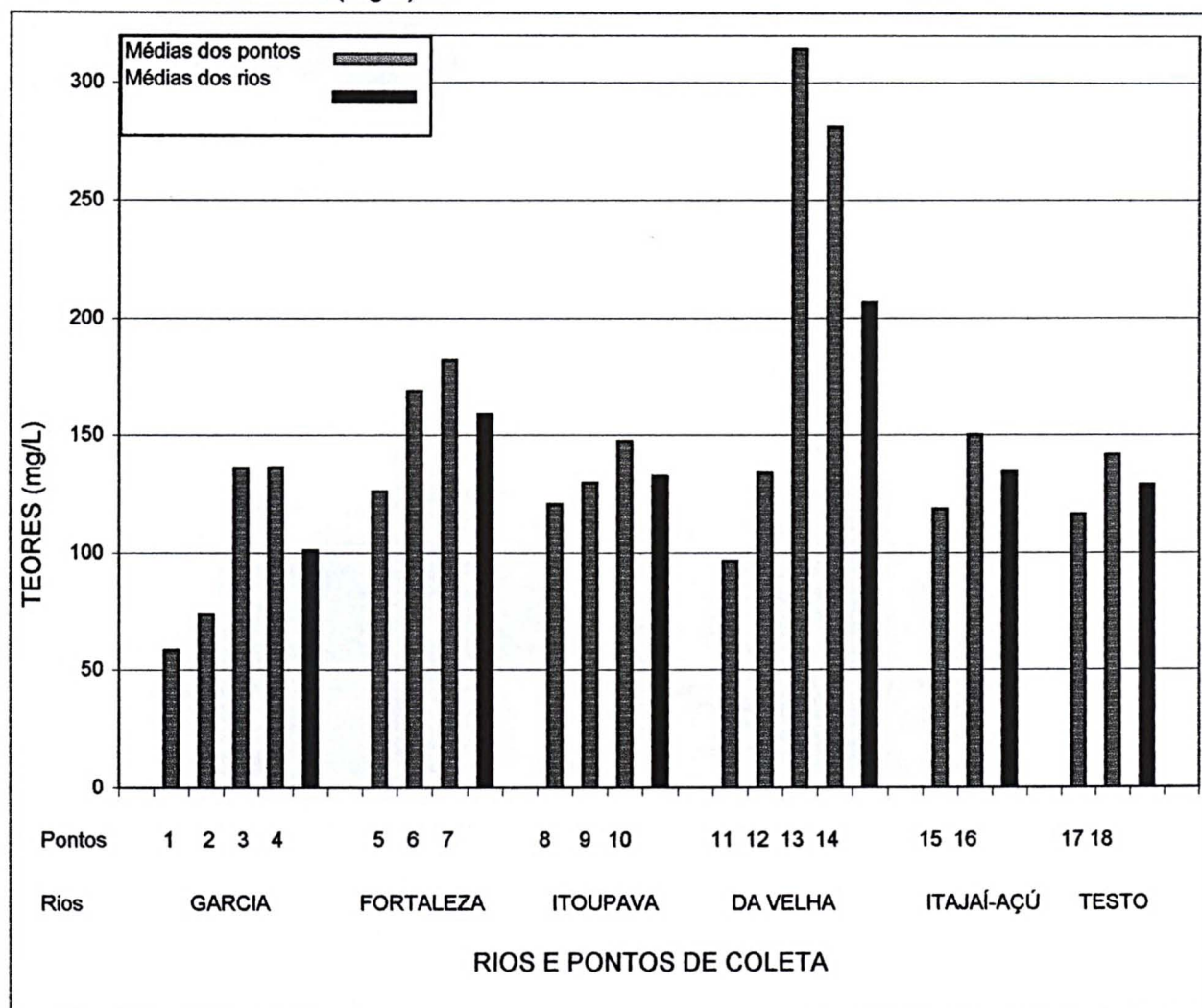
.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

6.1.5 Sólidos Totais

Para a análise desse parâmetro podem ser consultados o gráfico da figura 34 e a tabela 20, exibidos em seguida.

FIGURA 34 - VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS TOTAIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (mg/L)



Quanto aos teores encontrados, a maior média de ST em relação aos pontos pertence ao ponto P13, do rio da Velha, com 314,4 mg/L, que também mostra o maior valor encontrado, do P14, com 535,0 mg/L, e é desse rio a média mais significativa, de 206,4 mg/L. O rio Garcia exibiu a menor média geral, com 101,10 mg/L e também a menor média entre pontos, em P1, com 58,7 mg/L. O menor valor encontrado, de 20 mg/L, é do ponto P2 do rio Garcia.

TABELA 20 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (MG/L)

PONTO	2000						2001									2002								MÉDIA
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	
1	80,0	22,0	22,0	...	24,0	...	56,0	24,0	30,0	42,0	64,0	30,0	92,0	36,0	60,0	136,0	74,0	42,0	74,0	60,0	34,0	138,0	92,0	58,7
2	134,0	38,0	52,0	...	64,0	...	62,0	20,0	50,0	94,0	50,0	48,0	104,0	62,0	70,0	70,0	48,0	110,0	158,0	60,0	48,0	120,0	86,0	73,7
3	210,0	116,0	244,0	...	66,0	...	160,0	62,0	140,0	98,0	126,0	138,0	164,0	56,0	100,0	138,0	146,0	96,0	144,0	108,0	206,0	192,0	146,0	136,0
4	...	108,0	152,0	166,0	78,0	...	102,0	56,0	172,0	102,0	138,0	124,0	164,0	90,0	174,0	98,0	100,0	180,0	194,0	188,0	108,0	180,0	184,0	136,0
..																								101,0
5	...	120,0	86,0	130,0	96,0	128,0	108,0	160,0	130,0	96,0	104,0	130,0	150,0	132,0	94,0	56,0	270,0	150,0	212,0	120,0	108,0	78,0	110,0	126,0
6	...	160,0	194,0	...	170,0	236,0	156,0	214,0	168,0	160,0	120,0	156,0	...	128,0	214,0	118,0	172,0	178,0	144,0	152,0	238,0	130,0	...	169,0
7	...	246,0	174,0	210,0	192,0	194,0	172,0	214,0	148,0	204,0	134,0	174,0	194,0	130,0	152,0	106,0	164,0	182,0	138,0	252,0	292,0	152,0	...	182,0
..																								159,0
8	...	170,0	102,0	140,0	96,0	120,0	96,0	124,0	104,0	82,0	82,0	174,0	116,0	112,0	84,0	118,0	120,0	190,0	118,0	118,0	136,0	84,0	166,0	121,0
9	...	160,0	106,0	...	124,0	126,0	132,0	172,0	148,0	122,0	86,0	132,0	132,0	98,0	84,0	100,0	160,0	146,0	152,0	128,0	168,0	112,0	136,0	130,0
10	94,0	118,0	128,0	168,0	128,0	126,0	178,0	176,0	114,0	136,0	118,0	144,0	140,0	142,0	98,0	106,0	178,0	168,0	252,0	128,0	278,0	114,0	158,0	147,0
..																								133,0
11	160,0	50,0	110,0	...	32,0	...	102,0	100,0	150,0	108,0	68,0	92,0	90,0	168,0	84,0	76,0	118,0	140,0	92,0	52,0	...	60,0	76,0	96,4
12	...	102,0	126,0	...	128,0	...	162,0	146,0	162,0	174,0	118,0	140,0	90,0	100,0	96,0	174,0	184,0	138,0	160,0	100,0	78,0	140,0	156,0	134,0
13	...	...	380,0	...	222,0	320,0	...	356,0	414,0	216,0	322,0	326,0	200,0	154,0	146,0	276,0	402,0	352,0	474,0	404,0	...	372,0	324,0	314,0
14	160,0	324,0	338,0	...	190,0	328,0	...	535,0	382,0	256,0	198,0	232,0	196,0	202,0	226,0	196,0	404,0	306,0	306,0	254,0	318,0	266,0	288,0	281,0
..																								206,0
15	124,0	20,0	66,0	160,0	70,0	108,0	156,0	136,0	132,0	132,0	76,0	90,0	74,0	266,0	264,0	...	108,0	120,0	128,0	44,0	106,0	100,0	124,0	118,0
16	...	48,0	94,0	198,0	66,0	168,0	138,0	198,0	212,0	212,0	82,0	96,0	90,0	...	278,0	298,0	98,0	314,0	162,0	40,0	108,0	...	100,0	150,0
..																								134,0
17	...	100,0	100,0	176,0	80,0	88,0	146,0	76,0	...	152,0	90,0	62,0	114,0	162,0	...	148,0	98,0	124,0	104,0	104,0	104,0	176,0	...	116,0
18	...	130,0	128,0	186,0	96,0	104,0	206,0	62,0	204,0	118,0	92,0	64,0	76,0	144,0	...	...	140,0	236,0	172,0	134,0	154,0	170,0	214,0	142,0
..																								129,0

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

6.1.6 Condutividade

O gráfico da figura 35 exibe os valores médios por pontos e a média geral encontrada para os rios no período estudado.

Com os dados da tabela 21, pode-se concluir que o maior valor considerado para condutividade foi de 777,00 $\mu\text{S/cm}$, e encontrado no ponto 13, onde também se observa a maior média por ponto, de 458,0 $\mu\text{S/cm}$ e o maior desvio padrão, ou seja, é uma região do rio da Velha que recebe uma carga elevada de sais, de diferentes fontes, com teores oscilantes ao longo de todo ano. Esse rio também exibe a maior média geral com 240,0 $\mu\text{S/cm}$.

O menor valor levantado foi no ponto 01 do rio Garcia, com 22,0 $\mu\text{S/cm}$, e a menor média por ponto, de 27,10 $\mu\text{S/cm}$.

FIGURA 35 - VALORES MÉDIOS DE CONDUTIVIDADE DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU ($\mu\text{S/cm}$)

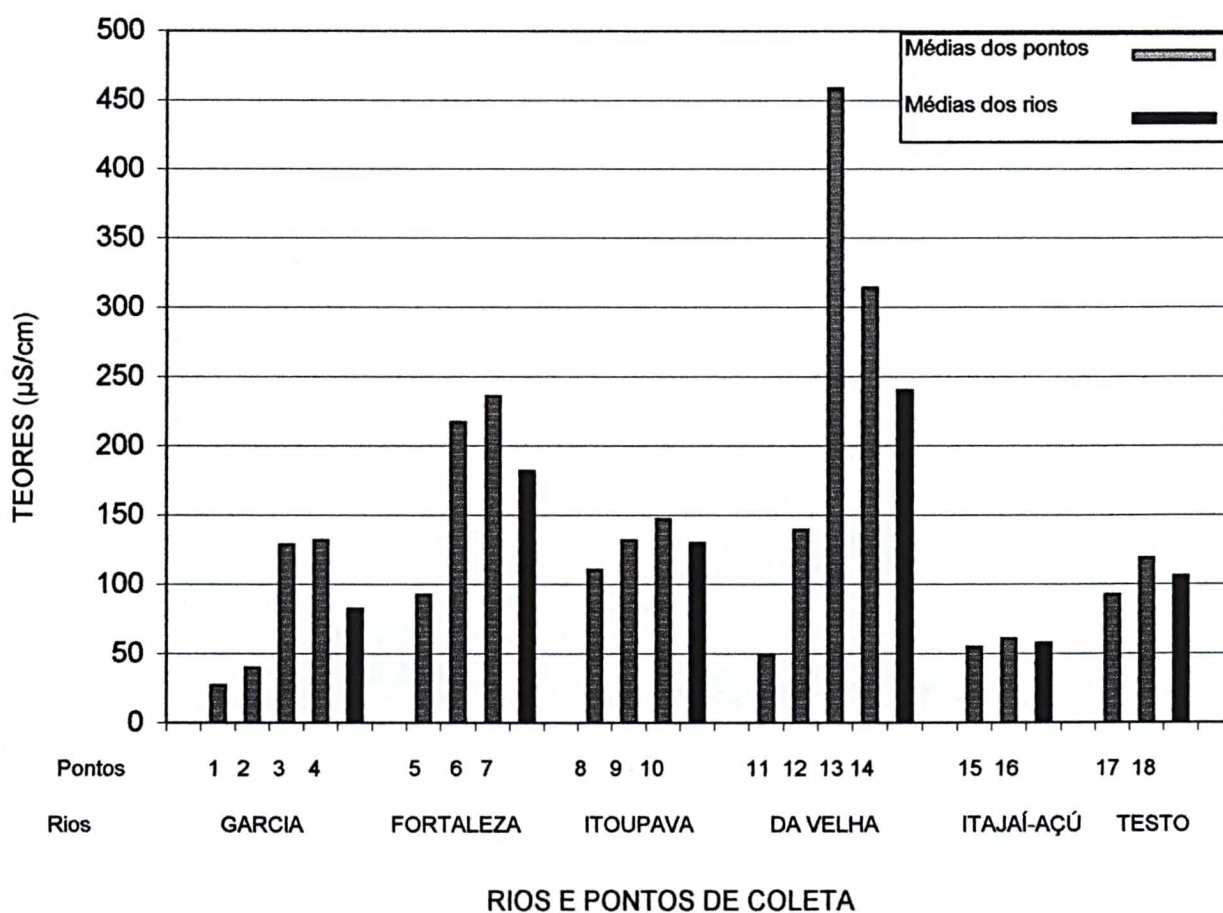


TABELA 21- VALORES DA CONDUTIVIDADE DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

PONTO	2000						2001									2002						MEDIA		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV		ABR		JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	29,1	31,2	33,4	...	27,5	27,3	26,7	...	27,4	...	26,4	27,4	28,0	24,6	22,0	27,1	25,2	25,3	25,8	26,6	27,7	27,4	25,0	27,1
2	43,5	44,3	47,8	...	40,9	40,8	37,5	...	37,9	...	37,9	40,8	41,0	34,0	33,7	38,0	35,1	35,5	38,9	41,3	40,6	41,6	42,5	39,7
3	...	161,1	...	...	50,2	297,0	290,0	...	71,2	...	61,6	116,3	127,0	71,5	74,5	114,0	128,7	116,0	148,6	90,6	112,1	161,7	119,9	128,4
4	213,0	...	239,0	...	93,1	163,7	98,7	...	74,8	...	148,8	129,0	131,2	85,6	82,5	105,6	138,9	141,8	157,8	96,5	115,1	155,8	123,7	131,3
..																								81,6
5	101,2	86,6	101,1	77,5	105,6	82,8	89,3	...	102,7	...	98,0	88,3	94,7	90,1	71,4	88,4	89,3	90,3	92,4	111,0	82,0	102,0	87,3	92,0
6	201,0	215,0	269,0	165,3	155,0	275,0	172,7	...	246,0	...	195,0	195,3	218,0	212,0	184,9	209,0	208,0	261,0	206,0	244,0	315,0	264,0	144,9	217,0
7	224,0	265,0	...	...	165,7	310,0	186,5	...	237,0	...	208,0	203,0	226,0	229,0	201,0	237,0	240,0	274,0	254,0	272,0	296,0	292,0	159,3	235,8
..																								181,6
8	114,3	123,3	133,6	126,8	105,5	110,4	104,0	...	113,3	...	100,9	102,4	102,0	98,0	80,8	...	110,9	117,0	115,3	122,4	107,3	120,0	96,0	110,2
9	152,0	137,1	147,7	152,0	128,5	123,4	125,5	...	124,0	...	118,0	117,8	126,2	124,0	97,7	117,3	127,8	138,0	137,0	146,3	137,0	148,5	134,2	131,4
10	164,0	162,6	174,0	185,3	156,4	137,5	124,1	...	139,7	...	123,0	127,0	138,0	137,0	112,0	139,4	136,9	162,7	147,0	162,2	138,4	174,0	144,8	147,0
..																								129,5
11	52,8	53,6	55,0	...	50,6	47,7	34,1	...	49,0	...	48,3	53,0	49,4	42,3	40,8	45,7	49,8	49,5	51,0	54,7	51,8	50,0	49,2	48,9
12	138,3	157,9	184,4	...	181,8	174,0	80,3	...	124,0	...	140,6	146,6	135,7	76,9	89,7	96,9	159,0	167,8	159,3	161,6	156,0	164,0	127,0	139,3
13	465,0	...	759,0	...	405,0	613,0	542,0	...	379,0	...	335,0	375,0	358,0	146,1	125,3	209,0	665,0	536,0	777,0	319,0	733,0	...	503,0	458,0
14	64,6	...	...	...	340,0	510,0	...	...	414,0	...	...	256,0	272,0	238,0	140,9	198,0	378,0	361,0	...	305,0	451,0	392,0	348,0	313,7
..																								240,0
15	...	63,7	60,3	44,4	48,9	50,2	40,1	...	58,4	...	51,0	62,5	53,3	44,2	37,4	57,5	59,9	59,5	64,3	62,9	69,9	58,0	48,3	54,7
16	73,8	75,3	78,1	46,6	52,8	56,8	41,6	...	57,8	...	60,0	59,3	58,4	45,0	42,7	58,0	68,7	65,0	75,0	71,4	77,8	63,0	49,0	60,8
..																								57,8
17	109,4	130,1	151,3	122,2	87,7	70,4	57,1	...	73,4	...	80,4	74,1	81,2	99,0	46,9	79,2	83,2	91,3	91,6	100,8	92,7	102,0	114,6	92,3
18	...	160,7	184,0	182,0	117,9	98,4	73,0	...	80,3	...	92,0	86,0	103,0	110,6	52,2	88,9	115,8	132,0	115,4	119,4	136,9	161,6	165,5	118,8
..								...	...															105,5

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

6.1.7 pH

Com a ajuda do gráfico da figura 36 e da tabela 22, pode-se acompanhar o comportamento do parâmetro pH nas águas estudadas. O ponto P13 do rio da Velha exibe o maior valor do período, com 9,45 de pH. Já o menor foi encontrado no ponto 03 do rio Garcia, de 6,16. Esse tributário, aliás apresentou a menor média entre todos os rios, com caráter levemente ácido de 6,9.

A maior média geral entre os rios, de 7,4, pertence ao rio Itoupava. Curiosamente o ponto 08 desse mesmo rio, exibe a maior média por pontos também, com 7,78.

De forma igualmente interessante, o ponto 12 do rio da Velha exibe, na maioria das vezes, pH levemente ácido, com a menor média geral de 6,69.

FIGURA 36 - VALORES MÉDIOS DE pH DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU

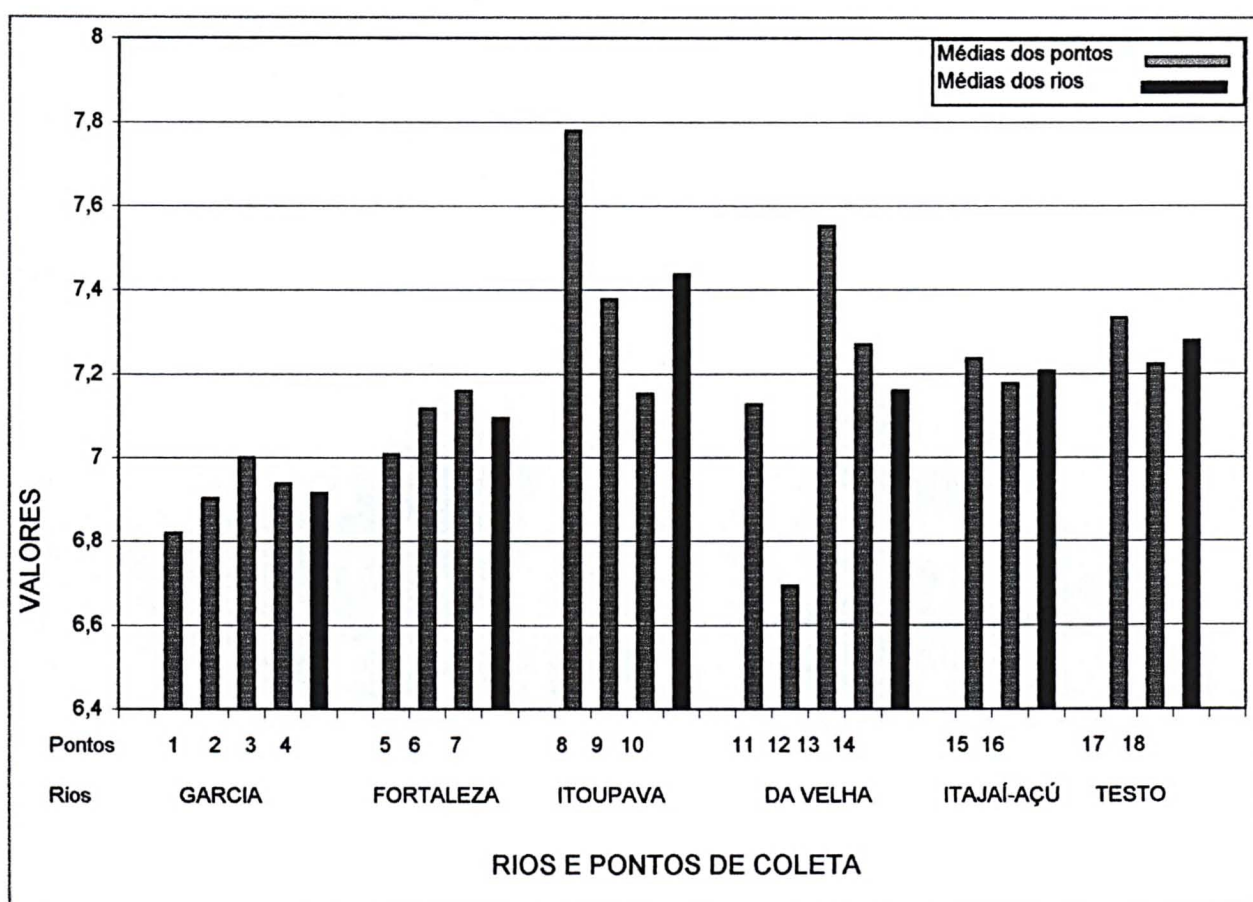


TABELA 22 - VALORES DO pH DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA

PONTO	2000						2001									2002						MEDG		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	6,7	7,0	6,8	...	7,0	6,9	6,6	6,3	6,6	6,7	6,2	7,2	6,8	6,8	6,9	6,9	6,4	7,0	6,6	6,9	7,7	7,2	7,0	6,8
2	6,6	7,0	6,9	7,3	6,6	7,1	6,7	6,6	6,8	6,8	7,0	7,0	7,1	6,9	7,0	6,9	6,2	6,9	6,9	6,8	7,5	7,1	7,1	6,9
3	6,8	7,2	7,2	...	7,1	7,2	6,2	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,0	7,0	7,0	7,1	6,8	7,0	7,0	6,9	7,1	7,1	7,0	7,0
4	...	6,9	7,0	7,2	6,6	7,0	6,9	6,7	6,8	6,9	7,2	7,0	6,8	6,9	8,0	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	7,0	7,0	6,9	6,9
..																								6,9
5	7,0	6,9	7,1	7,1	6,8	6,9	6,6	6,9	6,8	7,0	7,1	7,2	7,1	7,1	7,7	7,2	6,4	6,8	7,0	6,9	7,1	6,9	7,5	7,0
6	7,2	7,2	7,2	7,3	6,7	7,5	7,1	7,1	7,07	7,1	7,2	7,2	7,1	7,2	7,1	7,2	6,7	7,1	7,2	7,1	7,1	7,0	7,1	7,1
7	7,3	7,3	7,4	7,1	7,3	7,2	7,1	7,2	7,1	7,4	7,1	7,2	7,1	7,2	7,1	7,3	6,7	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0	7,2
..																								7,1
8	8,0	7,8	7,8	7,7	8,0	8,0	7,6	7,9	7,8	7,7	7,7	8,0	7,8	7,9	7,7	7,9	7,4	7,7	7,8	7,8	7,8	7,8	7,4	7,8
9	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,4	7,9	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,1	7,3	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4
10	6,9	7,2	7,4	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,2	7,4	7,4	7,2	7,3	6,9	7,2	6,8	7,1	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2
..																								7,4
11	6,4	7,2	7,4	...	7,1	7,3	6,6	7,0	7,3	7,1	7,3	7,2	7,2	7,0	7,0	7,3	7,1	7,1	7,3	7,2	7,3	7,1	7,5	7,1
12	7,3	6,5	6,9	...	6,7	6,3	6,6	6,6	6,6	6,8	6,8	6,9	6,8	6,4	6,9	6,7	6,4	6,5	6,5	6,7	6,7	6,7	7,1	6,7
13	...	7,5	7,7	...	7,4	6,8	9,5	7,3	7,4	7,5	7,2	8,6	7,5	7,2	7,0	7,3	7,3	7,4	8,1	7,4	7,5	7,5	7,6	7,6
14	7,0	7,6	7,4	...	7,2	7,5	7,5	7,2	7,3	7,3	7,2	7,5	7,2	7,2	6,9	7,0	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,2	7,4	7,3
..																								7,2
15	7,1	7,3	7,4	7,3	7,2	7,1	7,3	7,1	7,3	7,3	7,2	7,5	7,3	7,1	6,8	7,1	7,2	7,3	7,2	7,4	7,3	7,3	7,3	7,2
16	...	7,2	7,2	7,2	7,2	7,3	7,2	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,2	7,0	6,8	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,4	7,1	7,2	7,2
..																								7,2
17	7,4	7,3	7,3	7,2	7,4	7,1	7,1	7,0	7,1	7,3	7,6	7,3	7,3	7,3	7,3	7,6	6,9	7,2	7,5	7,4	7,4	8,5	7,3	7,3
18	7,1	7,4	7,2	7,1	7,3	7,0	7,1	7,1	7,1	7,3	7,5	7,3	7,3	7,2	6,9	7,4	7,0	7,3	7,2	7,4	7,4	7,2	7,3	7,2
																								7,3

FONTE: FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível

6.1.8 Oxigênio Dissolvido

Todos os valores considerados de OD para os rios de Blumenau constam do gráfico da figura 37 e da tabela 23 e suas médias.

O ponto 01 do rio Garcia apresenta o maior índice de OD verificado nos rios de Blumenau com 11,01 mg/L e também a maior média entre todos os pontos, com 8,56 mg/L. Entretanto, o rio mais bem oxigenado de Blumenau é o Itajaí-Açu, com a maior média geral entre os rios, ou seja: 8,2 mg/L O menor valor foi encontrado no ponto 7 do rio Fortaleza, com 2,11 mg/L. Esse rio apresenta a menor média geral entre os rios, com 5,0 mg/L. O ponto 12 do rio da Velha evidenciou águas com baixos teores de Oxigênio, e o menor teor observado ali foi de 2,30 mg/L.

FIGURA 37 - VALORES MÉDIOS DE OD DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (mg/L)

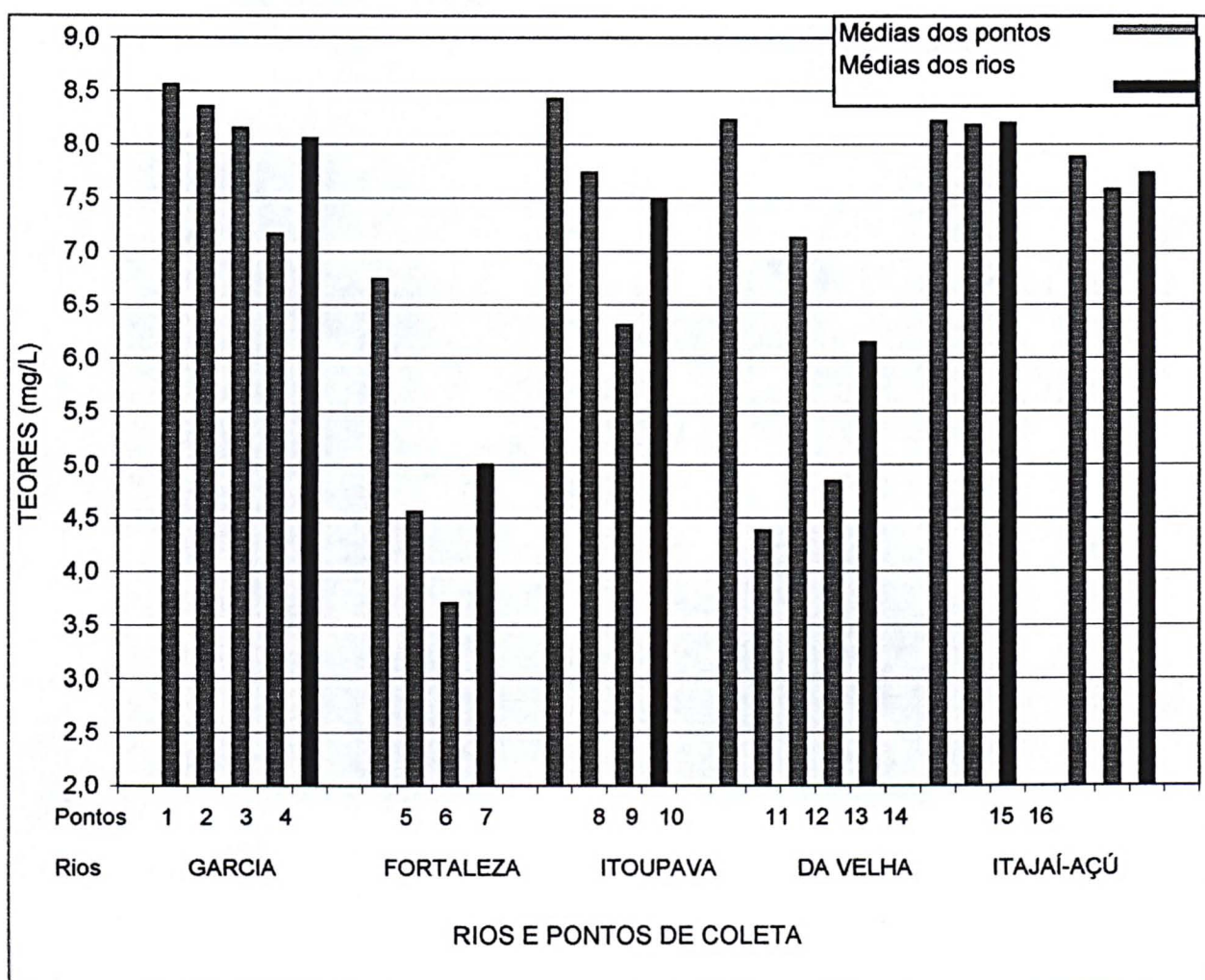


TABELA 23 – VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO DO PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000						2001										2002							MEDIA
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	
1	9,90	11,01	9,52		7,88	7,41	7,48	6,09	8,42	9,90	10,85	10,36	9,55	9,20	7,90	6,73	7,71	8,66	8,62	7,29	8,41	8,20	7,24	8,56
2	9,04	10,76	9,05		7,70	7,53	6,97	6,34	8,42	9,57	10,65	9,98	8,75	9,48	7,66	6,51	7,99	8,12	8,50	7,23	8,19	8,21	7,11	8,35
3	8,02	9,92	8,51		7,60	7,22	6,82	6,15	8,33	9,27	10,29	9,76	8,21	9,53	7,70	6,96	7,59	8,0	8,67	7,25	8,20	8,11	7,19	8,15
4	6,06	7,62	6,71		6,50	6,61	5,97	5,55	7,36	9,14	8,92	8,19	6,57	8,99	6,74	6,44	8,30	7,16	7,46	6,67	7,29	6,97	6,29	7,16
..																								8,06
5	6,84	9,73	8,74	6,84	5,40	4,52	5,12	4,55	6,70	8,01	6,95	9,40	7,38	6,63	8,34	7,06	6,84	5,80	6,16	5,51	6,02	6,03	6,46	6,74
6	5,64	7,00	3,53	6,19	5,63	2,05	5,24	3,13	4,00	5,40	4,79	5,20	2,64	4,84	6,86	4,98	5,28	4,06	4,80	2,46	3,64	2,35	5,16	4,56
7	5,70	4,73	2,61	2,90	5,40	2,11	4,25	2,79	2,70	4,13	3,62	4,38	2,20	3,16	6,18	4,54	4,05	3,74	3,93	2,66	2,33	2,13	4,80	3,70
..																								5,00
8	8,80	10,70	10,50	9,52	7,00	6,54	6,66	6,31	8,80	9,37	8,84	10,50	8,57	8,28	9,15	7,59	9,50	8,41	8,33	7,62	7,19	7,69	7,85	8,42
9	8,05	9,67	8,96	8,30	6,60	6,10	6,24	5,95	8,25	8,72	8,24	10,06	7,87	7,32	9,00	7,76	8,45	7,05	7,60	6,95	6,78	6,97	7,09	7,74
10	5,80	8,30	8,05	6,92	5,10	4,95	4,75	4,94	7,00	7,64	7,05	8,50	6,67	5,87	6,20	6,76	6,83	5,41	6,60	5,63	5,35	5,49	5,27	6,31
..																								7,49
11	8,70	9,33	9,55		8,00	7,20	6,45	6,11	8,65	9,70	9,45	9,69	9,53	9,29	8,33	6,02	8,80	8,15	8,24	7,48	7,39	7,50	7,41	8,23
12	3,19	3,21	2,73		2,88	2,34	3,57	2,30	2,73	4,05	4,82	5,76	6,12	6,52	6,66	3,14	5,60	4,82	5,42	4,91	4,79	5,06	5,75	4,38
13	7,53	7,63	7,12		5,85	5,68	5,71	5,58	7,38	9,50	8,00	8,23	8,63	8,97	8,51	6,35	6,98	7,09	6,52	6,45	5,60	6,53	6,86	7,12
14	3,83	4,43	5,30		3,70	3,89	3,11	4,39	4,77	6,86	5,47	5,07	5,38	7,67	7,72	5,39	4,96	4,56	3,93	4,89	2,70	4,01	4,55	4,84
..																								6,14
15	8,68	9,78	9,80	7,80	8,20	6,70	6,73	5,50	8,80	9,00	9,49	10,13	9,84	9,40	8,55	5,33	8,27	8,55	8,57	7,57	7,20	7,50	7,60	8,22
16	9,30	10,42	8,51	7,82	8,16	6,38	6,91	5,30	8,31	9,40	9,22	9,94	9,77	9,21	9,29	6,62	8,00	7,87	8,41	7,54	7,00	7,00	7,70	8,18
..																								8,20
17	8,23	9,40	8,91	8,92	6,62	6,40	6,65	5,90	8,29	9,14	9,97	9,39	7,70	9,45	7,34	7,45	7,71	7,20	7,91	7,14	7,71	7,59	6,23	7,88
18	7,92	9,31	8,68	8,31	6,30	5,94	6,33	5,60	7,87	9,19	9,60	9,26	7,30	9,24	7,13	7,50	7,61	7,21	7,09	7,20	6,93	6,82	6,02	7,58
..																								7,73

FONTE: FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível

6.1.9 Cloretos

O gráfico das médias da figura 38 e a tabela 24, mostram os valores encontrados para cloretos nas águas pesquisadas.

O rio da Velha mostrou a maior média entre os rios, com 17,9 mg/L e o ponto P13 o maior valor observado, com 89,25 mg/L. Esse ponto exibiu a maior média, com 36,28 mg/L.

O ponto P1 teve o menor valor observado com 1,03 mg/l e também aquele com menor média geral no período, com 4,0 mg/l. No entanto, o rio de menor média geral foi o Itajaí-Açú, com 5,1 mg/L.

FIGURA 38 - VALORES MÉDIOS DE CLORETOS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU (mg/L)

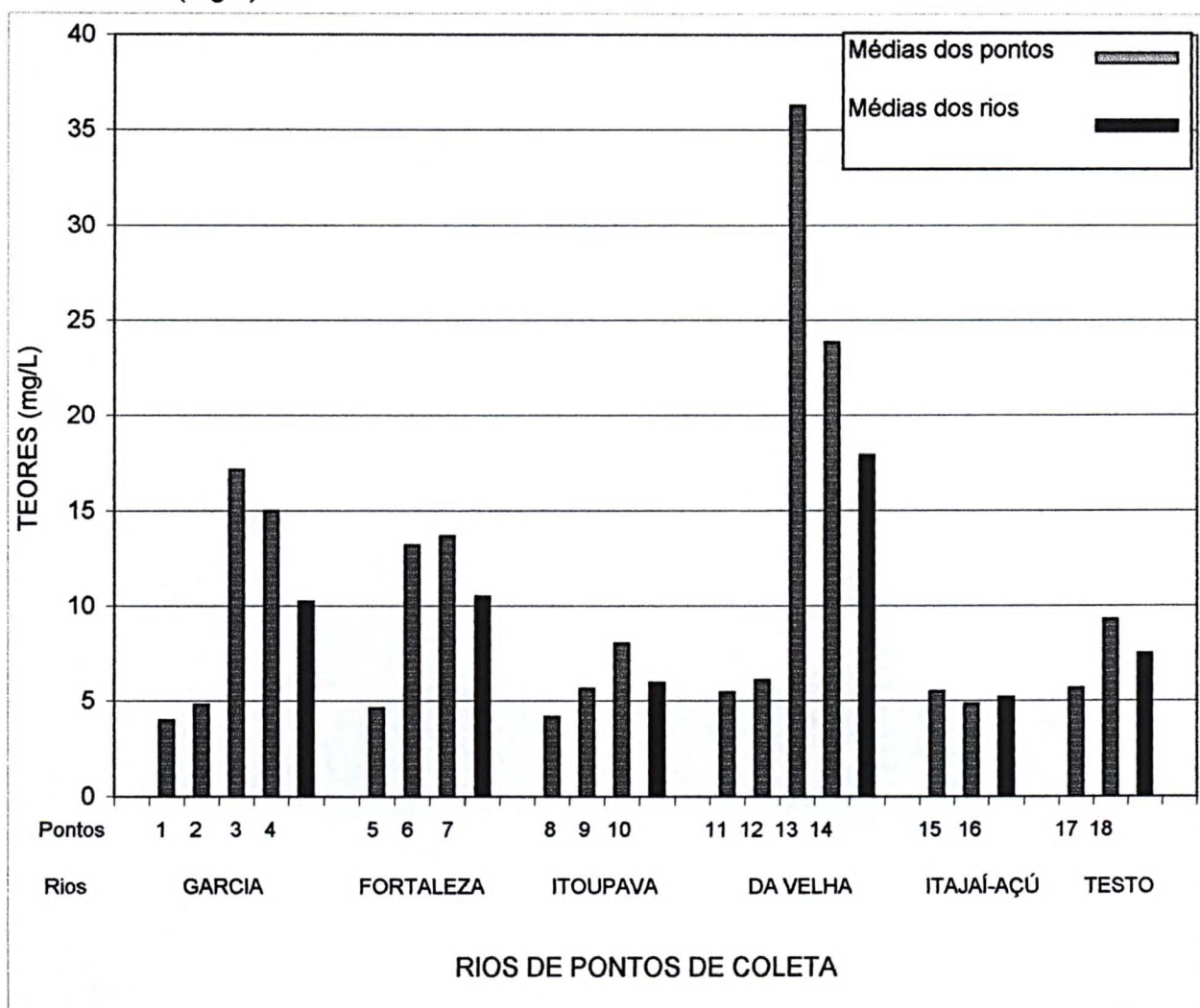


TABELA 24 - VALORES DE CLORETOS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000						2001									2002						MEDIA		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV		ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	2,9	3,0	3,5	...	4,4	2,2	4,1	...	1,0	1,7	...	3,8	3,2	2,1	2,9	4,6	2,3	2,4	11,1	3,4	10,1	4,3	7,1	4,0
2	2,4	4,0	4,2	...	4,5	3,3	4,3	...	1,3	1,9	...	4,8	3,8	2,9	3,2	3,6	2,6	3,0	15,0	3,1	13,5	5,7	8,6	4,8
3	...	31,5	52,7	...	5,6	...	51,6	...	6,4	2,9	...	12,3	13,8	9,1	10,1	17,6	19,0	14,1	14,0	6,2	16,9	14,5	10,3	17,1
4	2,9	39,5	29,6	...	11,5	21,6	14,4	...	7,8	4,1	...	14,1	13,2	10,0	10,2	15,4	19,5	15,4	16,8	7,1	16,5	15,7	14,0	15,0
..																								10,2
5	5,4	6,0	5,0	5,3	4,8	8,0	2,8	...	4,2	2,8	4,3	5,1	4,8	2,8	2,2	3,2	3,7	5,0	3,4	5,4	2,9	5,4	8,8	4,6
6	12,7	13,5	22,2	11,2	9,0	18,7	9,2	...	16,4	11,7	11,6	12,1	13,0	10,1	11,2	11,1	11,7	19,3	5,3	7,6	26,3	16,4	9,6	13,2
7	2,9	16,1	25,7	24,9	10,2	21,8	9,8	...	15,3	15,0	12,6	13,1	14,1	10,7	11,9	13,6	2,3	18,0	6,1	9,5	17,2	17,3	12,3	13,7
..																								10,5
8	2,0	3,9	3,5	8,3	4,5	5,9	2,6	...	2,6	3,3	4,1	4,3	2,9	2,1	1,8	1,9	2,3	6,8	6,5	4,6	2,3	3,9	11,8	4,2
9	12,7	5,4	5,0	9,4	3,7	5,2	4,9	...	3,6	2,8	4,4	4,6	4,2	2,1	3,0	2,3	3,7	10,0	8,3	8,5	4,1	6,2	10,0	5,6
10	8,3	9,2	9,9	16,7	10,0	7,5	5,9	...	6,1	4,1	6,5	7,6	6,5	5,5	4,7	5,3	5,5	8,9	6,8	9,9	6,3	10,7	13,7	8,0
..																								5,9
11	2,2	6,0	10,0	...	3,5	3,7	1,8	...	2,9	4,1	...	4,7	5,6	...	3,4	4,6	7,0	11,9	3,6	4,4	7,5	4,9	11,3	5,4
12	8,3	9,5	...	...	4,5	5,0	2,2	...	3,1	4,6	...	6,2	5,4	...	4,5	4,3	6,9	7,8	4,9	6,1	5,5	8,6	11,8	6,1
13	67,7	...	...	...	49,3	89,3	76,7	...	36,1	37,9	...	56,4	60,9	...	14,2	29,9	8,7	14,1	9,5	13,3	13,8	16,0	22,9	36,3
14	2,9	38,5	...	...	25,6	55,3	...	...	43,4	39,2	...	19,3	30,8	...	11,0	17,6	12,1	18,9	10,7	11,9	17,3	...	26,9	23,8
..																								17,9
15	...	5,5	6,6	5,8		1,8	2,4	...	1,8	3,2	...	2,2	6,2	...	1,3	3,9	6,6	13,0	6,8	7,9	9,8	4,8	9,0	5,5
16	5,4	6,0	5,4	5,6	1,9	3,9	3,5	...	1,9	3,0	...	3,2	5,3	...	2,6	3,4	6,3	4,4	8,0	7,0	12,9	4,2	2,5	4,8
..																								5,1
17	2,9	12,6	15,4	13,3	4,2	2,7	1,3	...	1,7	2,3	...	4,2	3,3	...	2,2	3,6	2,4	3,2	6,3	10,8	10,0	5,7	4,9	5,7
18	7,8	17,5	20,9	26,4	10,3	7,9	2,4	...	2,3	2,8	...	4,7	5,9	...	2,1	4,2	7,2	12,3	9,1	8,1	7,4	14,9	11,6	9,3
..																								7,5

FONTE: FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível

6.1.10 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Pode-se apreciar os resultados de DBO dos rios estudados no gráfico da figura 39, que também apresenta os valores médios da DQO encontrados. E na tabela 25, seguintes.

O menor valor de DBO foi observado no ponto 01, do rio Garcia: 1,0 mg/L. O maior, 48,0 mg/L, foi encontrado no ponto 13 do rio da Velha. Esse rio mostrou valores muito oscilantes de DBO.

A maior média geral por rio, com 14,84 mg/l no período, pertence ao rio Fortaleza. A menor pertence ao rio Itajaí-Açu, com 8,75 mg/L.

6.1.11 Demanda Química de Oxigênio

Os valores considerados para DQO estão na tabela 26 mostrada a seguir.

O ponto de maior valor de DQO foi o P14 do rio da Velha, com 75,0 mg/L. O menor, de 5,0 mg/L, foi encontrado em vários rios. A maior média geral é do rio Fortaleza, com 31,3 mg/L e a menor ao rio Itajaí-Açu, com 14,1 mg/L.

6.1.12 Nitrogênio Total

Com o auxílio da tabela 27 e do gráfico e valores médios da figura 40, mostrados em seguida, pode-se avaliar o comportamento desse nutriente nas águas superficiais de Blumenau. No gráfico de médias (fig. 40), para melhor atrelar os teores de Nitrogênio Total aos de Fósforo Total, constam também as médias desses últimos.

O maior teor de Nitrogênio foi encontrado nos pontos; P13, do rio da Velha, com 15,69 mg/L, e P6 do rio Fortaleza com 15,0 mg/L. Vários rios mostraram valores mínimos desse nutriente, em torno de 0,1 mg/L.

A maior média geral pertence ao ponto P7 do rio Fortaleza, com 8,79 mg/L, que também exibe a maior media entre os rios, de 6,15 mg/L. Tal valor supera em 5,5 vezes a media geral do rio do Testo, que foi a menor observada, de 1,15 mg/L.

TABELA 25 – VALORES DA DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000						2001										2002						MEDIA	
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL		AGO
1	10,0	10,0	10,0	...	10,0	...	10,0	12,0	15,0	10,0	5,0	16,0	5,0	10,0	5,0	10,0	16,0	5,0	5,0	5,0	5,0	<1,0	10,0	9,2
2	10,0	10,0	10,0	11,0	10,0	...	10,0	10,0	19,0	10,0	5,0	22,0	5,0	10,0	5,0	10,0	17,0	5,0	5,0	5,0	11,0	1,0	10,0	10,0
3	10,0	10,0	14,0	...	10,0	...	13,0	10,0	11,0	10,0	10,0	26,0	5,0	10,0	5,0	10,0	20,0	10,0	11,0	10,0	5,0	5,0	10,0	10,7
4	...	28,0	10,0	10,0	10,0	...	10,0	13,0	23,0	10,0	11,0	19,0	10,0	10,0	5,0	10,0	19,0	10,0	10,0	10,0	5,0	5,0	10,0	11,8
..																								10,4
5	...	10,0	10,0	10,0	10,0	18,0	26,0	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	11,0	10,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	9,8
6	...	21,0	21,0	...	10,0	28,0	32,0	14,0	11,0	22,0	10,0	16,0	17,0	12,0	24,0	11,0	10,0	10,0	11,0	14,0	15,0	11,0	23,0	16,3
7	...	12,0	17,0	24,0	28,0	...	28,0	12,0	15,0	14,0	38,0	12,0	19,0	14,0	19,0	12,0	12,0	24,0	10,0	26,0	18,0	12,0	20,0	18,4
..																								14,8
8	...	10,0	10,0	10,0	24,0	11,0	18,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0	14,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	10,0	9,4
9	...	10,0	10,0		11,0	11,0	21,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	17,0	5,0	5,0	10,0	10,0	5,0	5,0	5,0	10,0	9,8
10	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	27,0	10,0	10,0	10,0	10,0	15,0	10,0	10,0	23,0	10,0	5,0	10,0	10,0	8,0	8,0	5,0	10,0	11,0
..																								10,1
11	10,0	10,0	10,0	...	10,0	...	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0	5,0	10,0	5,0	13,0	5,0	11,0	10,0	8,0	5,0	5,0	5,0	8,4
12	10,0	10,0	10,0	...	10,0	...	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0	5,0	5,0	5,0	16,0	11,0	10,0	5,0	5,0	5,0	8,7
13	...	34,0	19,0	...	48,0	16,0	34,0	10,0	10,0	10,0	11,0	11,0	10,0	10,0	10,0	9,0	10,0	18,0	15,0	12,0	10,0	13,0	15,0	16,0
14	10,0	18,0	27,0	...	20,0	32,0	24,0	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	12,0	10,0	14,0	18,0	10,0	24,0	18,0	47,0	16,6
..																								12,4
15	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	10,0	14,0	5,0	10,0	5,0	17,0	5,0	7,0	5,0	5,0	5,0	8,8
16	...	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	11,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	5,0	14,0	5,0	10,0	5,0	13,0	5,0	8,0	5,0	5,0	5,0	8,7
..																								8,8
17	...	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	...	11,0	21,0	10,0	10,0	17,0	5,0	10,0	11,0	10,0	18,0	5,0	5,0	5,0	10,0	5,0	11,0	10,2
18	16,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	...	11,0	17,0	10,0	13,0	16,0	5,0	10,0	16,0	10,0	21,0	5,0	5,0	5,0	10,0	...	13,0	11,1
																								10,6

FONTE: FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

FIGURA 39 - VALORES MÉDIOS DA DBO E DQO JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU - SC

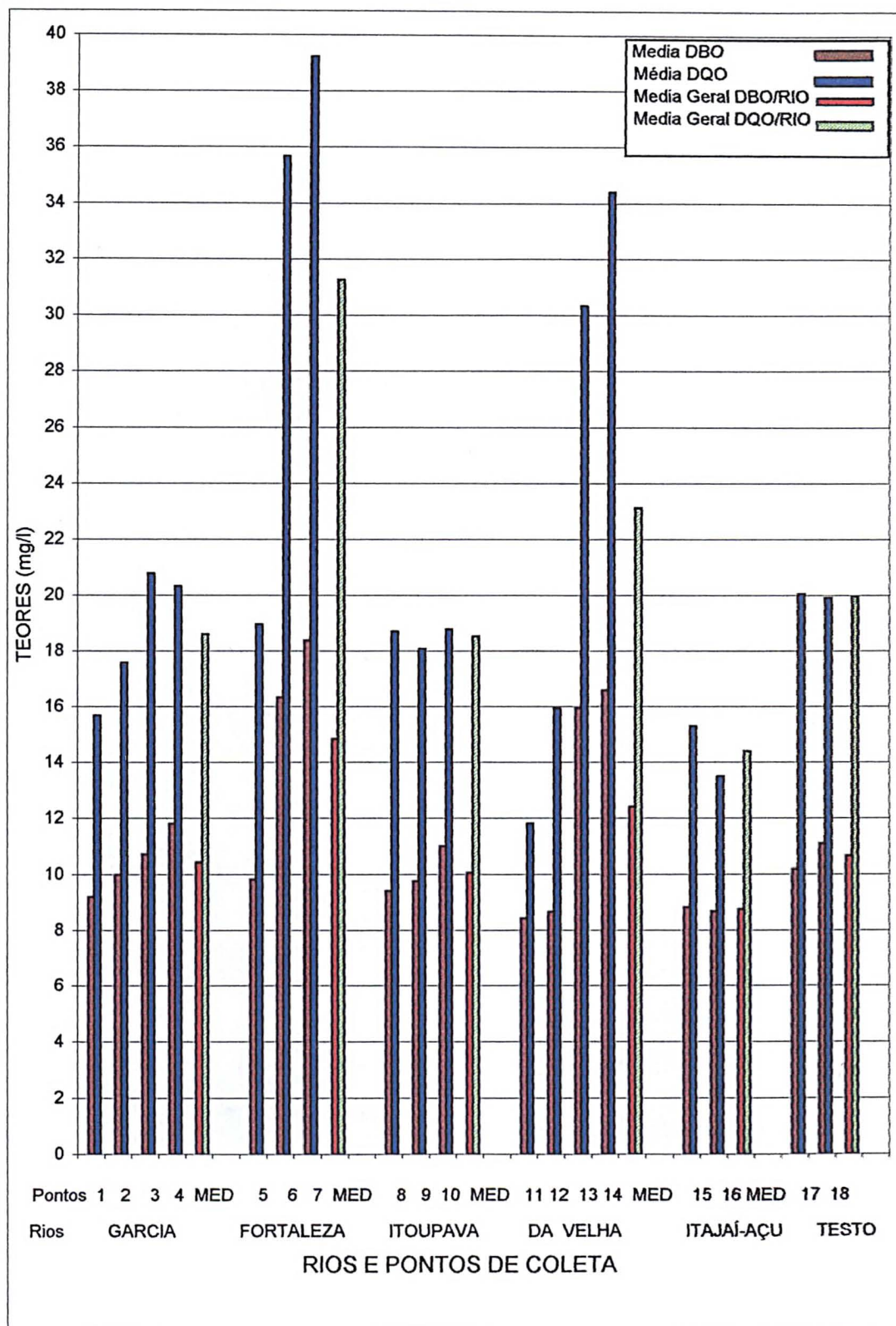


TABELA 26 - VALORES DA DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000						2001									2002						MEDIA		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV		ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT		FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	10,0	10,0	16,0	...	10,0	...	20,0	...	47,0	10,0	5,0	37,0	5,0	13,0	6,0	...	32,0	...	...	5,0	...	15,0	10,0	15,7
2	10,0	12,0	11,0	23,0	10,0	...	17,0	...	53,0	10,0	5,0	40,0	8,0	16,0	5,0	...	35,0	...	15,0	10,0	38,0	6,0	10,0	17,6
3	20,0	24,0	29,0	...	10,0	...	27,0	...	44,0	10,0	10,0	52,0	9,0	12,0	7,0	...	36,0	11,0	43,0	15,0	...	5,0	10,0	20,8
4	...	49,0	20,0	15,0	10,0	...	24,0	...	50,0	10,0	20,0	41,0	14,0	15,0	9,0	...	34,0	19,0	11,0	13,0	6,0	16,0	10,0	20,3
..																								18,6
5	...	10,0	15,0	10,0	15,0	36,0	49,0	...	23,0	10,0	22,0	22,0	21,0	21,0	27,0	...	5,0	...	...	12,0	...	5,0	...	18,9
6	...	...	46,0	...	10,0	61,0	56,0	...	32,0	40,0	16,0	38,0	33,0	32,0	73,0	...	18,0	17,0	25,0	26,0	45,0	16,0	58,0	35,7
7	...	36,0	42,0	51,0	35,0	20,0	59,0	...	31,0	36,0	63,0	34,0	37,0	36,0	53,0	...	25,0	56,0	27,0	30,0	44,0	20,0	49,8	39,2
..																								31,3
8	...	40,0	13,0	15,0	26,0	27,0	47,0	...	11,0	10,0	10,0	21,0	8,0	14,0	47,0	...	...	8,0	...	7,0	...	5,0	...	18,7
9	...	10,0	14,0	...	10,0	27,0	44,0	...	17,0	10,0	10,0	28,0	14,0	20,0	39,0	...	...	12,0	32,0	12,0	6,0	5,0	15,4	18,1
10	15,0	10,0	19,0	21,0	10,0	26,0	50,0	...	24,0	10,0	11,0	33,0	14,0	21,0	46,0	...	8,0	11,0	12,0	14,0	13,0	5,0	21,3	18,8
..																								18,5
11	10,0	10,0	10,0	...	15,0	...	18,0	...	10,0	10,0	10,0	12,0	5,0	17,0	9,0	...	8,0	29,0	15,0	14,0	...	5,0	5,6	11,8
12	35,0	15,0	10,0	...	28,0	...	21,0	...	10,0	10,0	18,0	11,0	8,0	16,0	8,0	...	6,0	35,0	28,0	18,0	...	5,0	5,0	15,9
13	...	56,0	42,0	...	36,0	37,0	71,0	...	12,0	10,0	27,0	34,0	13,0	22,0	22,0	...	19,0	40,0	45,0	26,0	14,0	22,0	28,4	30,3
14	...	40,0	45,0	...	75,0	...	39,0	...	19,0	18,0	21,0	22,0	20,0	21,0	17,0	...	18,0	37,0	49,0	32,0	56,0	29,0	61,2	34,4
..																								23,1
15	14,0	16,0	14,0	10,0	20,0	20,0	19,0	...	11,0	11,0	...	8,0	26,0	33,0	5,0	...	...	34,0	8,0	14,0	...	5,0	7,4	15,3
16	...	13,0	10,0	10,0	17,0	15,0	21,0	...	10,0	10,0	10,0	11,0	5,0	36,0	8,0	...	6,0	35,0	10,0	14,0	...	5,0	10,5	13,5
..																								14,4
17	...	10,0	11,0	11,0	10,0	19,0	51,0	...	43,0	10,0	18,0	38,0	5,0	13,0	34,0	...	38,0	6,0	10,0	...	19,0	18,0	16,7	20,0
18	34,0	10,0	16,0	10,0	10,0	22,0	...	...	43,0	10,0	32,0	30,0	5,0	15,0	38,0	...	34,0	8,0	12,0	...	21,0	11,0	17,0	19,9
..																								20,0

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

TABELA 27 - VALORES DE NITROGÊNIO TOTAL DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000						2001									2002						MÉDIA		
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV		ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO
1	0,1	0,4	0,2	...	0,2	...	0,6	0,1	0,1	2,2	2,5	2,5	2,2	0,1	0,9	0,9	2,1	1,0	1,5	3,0	1,2	1,5	0,7	1,2
2	0,3	0,6	0,5	4,4	0,3	...	0,1	2,5	0,5	2,1	4,0	2,7	0,9	0,1	0,1	0,7	1,5	0,4	1,6	2,0	0,7	3,0	1,3	1,4
3	2,6	2,3	3,2	...	0,7	...	2,7	0,9	0,7	0,8	5,0	2,0	3,0	1,8	0,6	2,8	2,8	1,0	2,3	3,0	2,3	2,2	3,1	2,0
4	...	4,2	3,4	0,8	0,9	...	1,2	2,1	1,3	2,5	2,9	5,2	4,3	1,6	1,1	3,0	4,0	1,9	3,0	1,7	1,5	1,9	2,9	2,4
..																								1,8
5	...	0,6	0,4	2,2	1,6	1,0	2,5	0,6	1,0	3,2	3,6	2,1	4,2	1,2	2,9	1,6	1,7	2,9	1,7	0,6	0,8	2,8	2,4	1,9
6	...	7,4	15,0	...	3,0	9,6	4,2	5,6	8,1	5,9	5,5	6,3	9,0	5,8	8,1	9,1	6,6	8,5	6,0	9,7	11,3	11,6	6,6	7,8
7	...	11,1	11,2	14,6	3,5	11,5	4,2	6,6	0,1	7,1	7,6	7,1	12,8	7,9	7,1	9,4	8,5	10,9	9,9	9,1	11,1	13,5	8,1	8,8
..																								6,2
8	...	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	1,8	1,1	1,9	1,3	2,4	0,6	2,7	0,6	0,9	4,9	0,9	1,0
9	...	0,6	0,6		1,0	1,0	1,0	0,1	0,2	2,3	1,1	1,2	1,2	1,7	4,1	0,6	3,9	2,9	3,9	2,3	1,4	1,6	2,2	1,6
10	0,6	2,5	2,7	2,5	1,3	1,5	1,2	0,5	1,7	3,1	2,7	3,1	2,0	1,4	1,4	1,3	2,6	4,0	4,0	1,1	2,5	2,1	2,4	2,1
..																								1,6
11	0,4	0,4	0,5	...	1,0	...	0,3	0,2	1,6	0,9	2,4	2,6	1,0	2,5	0,5	0,2	2,2	2,3	8,4	0,4	0,7	0,6	1,1	1,4
12	5,4	1,1	0,6	...	2,7	...	0,3	0,4	0,8	0,4	5,3	2,4	1,3	1,6	0,8	1,5	2,5	2,9	2,0	1,2	1,0	0,6	2,1	1,8
13	...	8,4	11,7	...	11,0	10,0	4,2	0,1	3,0	1,2	7,4	5,2	4,5	3,1	2,1	4,0	6,3	6,5	8,8	5,3	12,8	15,7	7,6	6,6
14	0,9	11,4	10,7	...	10,7	10,1	4,5	0,1	5,8	3,4	5,1	7,1	5,3	3,0	1,8	1,9	0,1	5,3	2,5	6,3	11,2	8,6	3,2	5,4
..																								3,8
15	1,1	0,6	1,3	0,8	0,5	0,5	0,1	1,6	2,2	2,2	2,2	1,7	2,5	1,3	1,8	0,6	1,4	0,9	1,2	0,9	1,3	1,3	0,5	1,2
16	...	0,7	2,5	1,3	1,1	0,5	0,1	0,7	2,0	2,0	3,7	1,1	1,2	3,0	1,1	0,9	2,6	0,6	1,2	1,1	0,9	1,8	1,8	1,4
..																								1,3
17	...	0,7	0,6	1,1	0,3	0,5	0,5	0,3	0,9	1,0	1,1	3,7	0,8	0,4	2,7	0,4	1,0	1,9	0,6	1,9	0,4	0,7	2,2	1,1
18	3,2	0,6	0,4	1,4	0,2	0,7	0,5	0,7	0,6	2,1	0,4	1,6	0,7	2,9	0,9	1,5	1,5	3,4	0,4	0,6	0,7	1,3	1,6	1,2
..																								1,2
																								1,2

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

6.1.13 Fósforo Total

Os teores de Fósforo Total estão na tabela 28 exibida a seguir. Os valores médios constam do gráfico da figura 40, juntamente com as médias de Nitrogênio Total.

No ponto P7 do rio Fortaleza pode-se observar o maior valor de Fósforo Total, com 3,94 mg/L. Também esse rio mostrou a maior média, com 0,53 mg/L.

De modo geral os teores de fósforo encontrados nos rios foi baixo, sendo o menor valor de 0,10 mg/L, observado em vários pontos. A menor média geral foi do Itajaí-Açú, com 0,12 mg/L.

6.1.14 Resultados de Coliformes

Para a análise de Coliformes Totais e Fecais das águas dos rios, respectivamente, pode-se consultar as tabelas 29 e 30. O gráfico, com os valores médios desses parâmetros juntos, corresponde à figura 41.

O rio de maiores médias, tanto para Coliformes Totais, como Fecais, é o Fortaleza, com os valores respectivos de: 119.500 UFC/100 mL e 67.100 UFC/100 mL. Esse mesmo rio, em seu ponto P7, exibiu o maior valor de Coliformes Fecais encontrado, de 154.000 UFC/100 mL.

A menor valor entre os pontos é de P1, do rio Garcia, com 9800 UFC/100 mL para Coliformes Totais e 4.100 UFC/100 mL para Coliformes Fecais.

O rio do Testo mostrou a menor média de Coliformes Fecais, entre os rios, com 5.100 UFC/100 mL e o rio Itajaí-Açú a menor média de Coliformes Totais entre os rios, com 17.400 UFC/100 mL.

No entanto o local de menor valor de coliformes é o ponto 12 do rio da Velha, com 200 UFC/100 mL para Coliformes Fecais e 1.000 UFC/100 mL, para Coliformes Totais.

Vários pontos, que correspondem àqueles mais poluídos, exibiram o valor máximo de 200.000 UFC/100 mL para Coliformes Totais, como é o caso do ponto P14 do rio da Velha.

TABELA 28 - VALORES DE FÓSFORO TOTAL DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (mg/L)

PONTO	2000							2001								2002								MÉDIA			
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	MED	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	MED	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN		JUL	AGO	MED
1	0,1	0,1	0,1	...	0,1	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,1	0,1	0,1	...	0,1	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	0,1	0,1	0,1	...	0,1	...	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1
4	...	0,2	0,3	0,2	0,1	...	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
..																											0,1
5	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2
6	...	0,3	1,2	...	0,4	0,8	0,7	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7	0,5	0,4	0,7	0,4	0,5	1,0	0,4	3,9	1,1	0,7
7	...	1,0	1,0	1,3	0,5	1,1	1,0	0,3	0,5	0,2	0,8	0,3	0,1	0,6	0,3	0,7	0,7	0,5	0,5	0,1	0,5	0,6	1,1	0,8	3,2	1,0	0,7
..																											0,5
8	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
9	...	0,1	0,1	...	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,5	0,3	0,2
10	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7	0,3	0,2
..																											0,2
11	0,1	0,1	0,1	...	0,1	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
12	0,8	0,1	0,1	...	0,1	...	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
13	...	0,1	0,1	...	0,7	0,7	0,4	0,9	0,1	0,2	0,1	0,4	0,6	0,3	0,2	0,1	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,6	1,2	0,6	0,4
14	0,2	0,1	0,1	...	0,1	1,5	0,4	0,6	0,1	0,1	0,5	0,6	0,7	0,8	0,2	0,2	0,3	0,4	0,9	0,9	1,3	0,7	0,1	1,0	0,1	0,7	0,5
..																											0,3
15	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
16	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
..																											0,1
17	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
18	...	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
..																											0,1

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

FIGURA 40 - VALORES MÉDIOS DE NITROGÊNIO TOTAL E FÓSFORO TOTAL JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU - SC

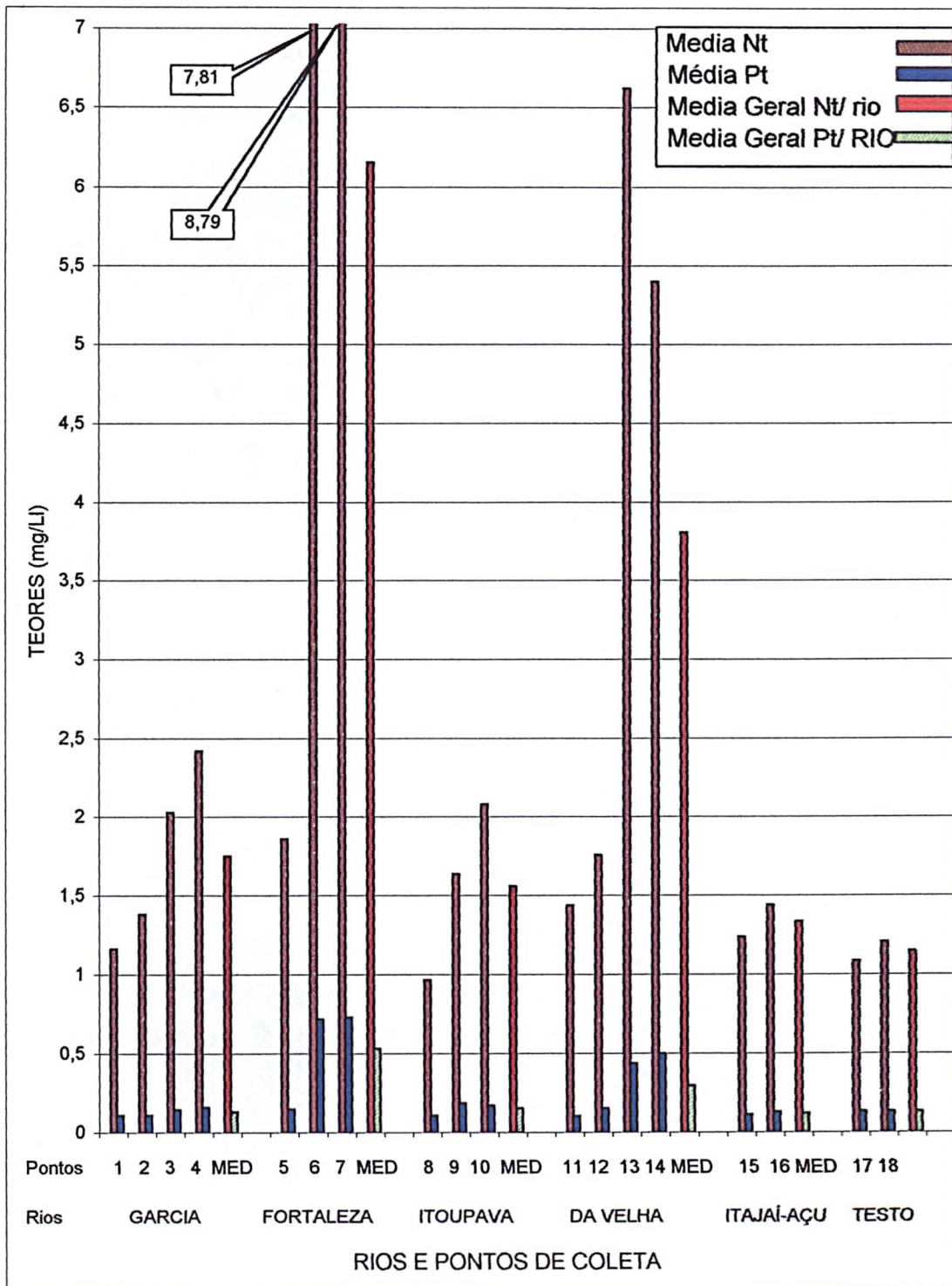


TABELA 29 -VALORES DE COLIFORMES TOTAIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (UFC/100 mL) X1000

PONTO	2000						2001							2002							MÉDIA			
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI		JUN	JUL	AGO
1	3,0	...	3,4	...	3,0	22,0	3,0	...	19,0	...	...	...	15,0	3,0	3,0	8,0	6,0	17,0	17,0	8,0	25,0	3,0	8,0	9,8
2	62,0	44,0	10,0	...	80,0	59,0	67,0	...	37,0	45,0	...	64,0	32,0	39,0	30,0	42,0	35,0	31,0	57,0	48,0	...	63,0	88,0	49,1
3	100,0	70,0	73,0	...	150,0	74,0	92,0	65,0	43,0	54,0	...	86,0	25,0	73,0	39,0	83,0	120,0	85,0	91,0	74,0	97,0	113,0	72,0	80,0
4	100,0	70,0	90,0	...	40,0	96,0	95,0	78,0	57,0	74,0	...	140,0	39,0	64,0	64,0	91,0	99,0	120,0	115,0	50,0	74,0	81,0	66,0	81,1
..																								55,0
5	69,0	26,0	22,0	20,0	68,0	62,0	60,0	110,0	76,0	41,0	57,0	135,0	200,0	200,0	44,0	200,0	67,0	100,0	...	141,0	30,0	72,0	200,0	90,9
6	100,0	100,0	...	100,0	...	100,0	80,0	87,0	153,0	200,0	149,0	152,0	159,0	165,0	104,0	200,0	200,0	200,0	121,0	109,0	200,0	58,0	200,0	139,9
7	100,0	110,0	100,0	100,0	...	100,0	80,0	93,0	94,0	200,0	123,0	119,0	128,0	162,0	98,0	200,0	200,0	100,0	129,0	76,0	200,0	99,0	200,0	127,8
..																								119,5
8	9,0	27,0	4,1	20,0	57,0	94,0	20,0	7,8	10,0	4,0	19,0	11,0	48,0	7,0	15,0	18,0	8,0	89,0	7,0	28,0	6,0	45,0	22,0	25,0
9	50,0	34,0	64,0	100,0	74,0	78,0	90,0	100,0	40,0	35,0	42,0	16,0	49,0	62,0	39,0	33,0	115,0	49,0	21,0	26,0	41,0	34,0	51,0	54,0
10	90,0	57,0	85,0	91,0	98,0	101,0	75,0	61,0	50,0	48,0	51,0	46,0	45,0	59,0	76,0	60,0	78,0	100,0	30,0	26,0	11,0	36,0	96,0	63,9
..																								47,7
11	4,9	7,0	3,3	...	37,0	27,0	40,0	18,0	11,0	...	...	33,0	15,0	...	40,0	18,0	11,0	9,0	8,0	59,0	6,0	8,0	16,0	19,5
12	1,5	...	1,2	...	6,0	11,0	11,0	3,1	60,0	1,0	...	...	9,0	...	14,0	14,0	2,0	8,0	12,0	4,0	1,0	54,0	5,0	12,1
13	100,0	80,0	...	...	100,0	100,0	90,0	200,0	200,0	136,0	...	130,0	200,0	...	119,0	134,0	107,0	139,0	200,0	200,0	130,0	121,0	200,0	141,0
14	100,0	90,0	100,0	...	100,0	100,0	100,0	200,0	200,0	...	...	150,0	200,0	...	200,0	200,0	...	78,0	200,0	85,0	156,0	84,0	200,0	141,0
..																								78,6
15	4,7	15,0	6,0	24,0	20,0	1,0	18,0	1,5	10,0	36,0	...	5,0	20,0	...	46,0	41,0	6,0	11,0	8,0	4,0	9,0	4,0	15,0	14,5
16	27,0	6,0	37,0	22,0	7,0	25,0	13,0	2,2	22,0	74,0	...	10,0	19,0	...	19,0	27,0	10,0	6,0	14,0	40,0	15,0	22,0	10,0	20,3
..																								17,4
17	12,0	15,0	12,0	10,0	5,0	9,0	71,0	19,0	48,0	...	...	21,0	20,0	...	...	38,0	9,0	7,0	23,0	15,0	17,0	9,0	7,0	19,3
18	54,0	19,0	14,0	7,0	26,0	38,0	61,0	29,0	44,0	15,0	...	28,0	28,0	...	...	...	9,0	12,0	12,0	17,0	12,0	7,0	12,0	23,4
..																								21,3

FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

TABELA 30 - VALORES DE COLIFORMES FECAIS DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU NOS RESPECTIVOS PONTOS DE COLETA (UFC/100 mL) X 1000

PONTO	2000						2001									2002								MEDIA
	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	
1	0,7	...	0,8	...	1,0	...	0,5	24,0	...	1,0	3,0	...	...	...	1,0	1,0	2,0	5,0	3,0	2,0	13,0	...	...	4,1
2	9,0	21,0	8,1	...	...	...	20,0	...	...	16,0	8,0	16,0	19,0	15,0	16,0	11,0	12,0	18,0	19,0	15,0	...	8,0	46,0	16,3
3	20,0	28,0	25,0	...	100,0	...	22,0	19,0	...	18,0	21,0	34,0	20,0	26,0	5,0	46,0	63,0	14,0	33,0	19,0	68,0	82,0	34,0	34,8
4	50,0	44,0	70,0	...	120,0	...	14,0	62,0	...	23,0	27,0	48,0	19,0	35,0	19,0	17,0	15,0	65,0	43,0	10,0	64,0	18,0	26,0	39,5
..																								23,7
5	21,0	6,0	7,0	9,0	68,0	14,0	...	45,0	37,0	12,0	20,0	72,0	168,0	...	13,0	6,0	25,0	85,0	4,0	84,0	26,0	50,0	100,0	41,5
6	96,0	90,0	1,0	100,0	115,0	100,0	...	83,0	120,0	100,0	57,0	62,0	94,0	115,0	47,0	129,0	4,0	...	62,0	57,0	...	16,0	100,0	77,4
7	80,0	100,0	74,0	100,0	130,0	100,0	...	91,0	41,0	110,0	66,0	42,0	45,0	69,0	56,0	95,0	154,0	100,0	96,0	29,0	...	52,0	100,0	82,4
..																								67,1
8	3,0	21,0	1,1	10,0	...	29,0	...	2,8	4,0	2,0	9,0	4,0	29,0	5,0	8,0	8,0	3,0	49,0	2,0	4,0	3,0	29,0	6,0	11,0
9	13,0	16,0	21,0	22,0	...	6,0	...	49,0	6,0	4,0	7,0	12,0	9,0	15,0	3,0	12,0	31,0	20,0	10,0	8,0	40,0	14,0	22,0	16,2
10	43,0	8,0	19,0	16,0	...	18,0	10,0	8,0	11,0	12,0	5,0	...	7,0	...	17,0	11,0	24,0	50,0	12,0	6,0	9,0	9,0	36,0	16,6
..																								14,6
11	3,8	0,5	1,3	...	5,0	...	1,0	13,0	2,0	15,5	2,0	3,0	3,0	...	21,0	5,0	1,0	...	4,0	43,0	3,0	3,0	5,0	7,1
12	0,5	...	1,0	...	2,0	...	...	0,7	1,0	0,2	0,5	...	...	...	5,0	4,0	...	...	...	...	...	32,0	1,0	4,4
13	80,0	70,0	10,0	...	100,0	80,0	84,0	121,0	91,0	45,0	96,0	44,0	66,0	...	73,0	80,0	64,0	86,0	195,0	132,0	89,0	81,0	...	78,5
14	80,0	80,0	100,0	...	80,0	90,0	100,0	120,0	132,0	46,0	73,0	74,0	128,0	...	86,0	140,0	31,0	61,0	133,0	64,0	148,0	73,0	80,0	91,4
..																								45,3
15	1,9	14,0	3,0	5,0	4,0	...	2,0	0,5	2,0	23,0	2,0	...	...	...	5,0	8,0	3,0	4,0	2,0	...	2,0	1,0	3,0	4,7
16	4,0	5,0	2,0	3,0	3,0	4,0	0,5	0,4	5,0	25,0	3,0	2,0	1,0	...	7,0	7,0	...	2,0	4,0	29,0	3,0	5,0	3,0	5,6
..																								5,2
17	4,0	5,0	1,0	2,0	1,0	2,0	...	5,0	...	10,0	1,0	5,0	2,0	...	28,0	4,0	3,0		5,0	3,0	3,0	4,0	1,0	4,7
18	8,0	4,0	1,0	1,0	5,0	4,0	...	5,0	...	7,0	2,0	3,0	3,0	...	43,0	4,0	1,0	2,0	4,0	3,0	3,0	1,0	...	5,5
..																								5,1

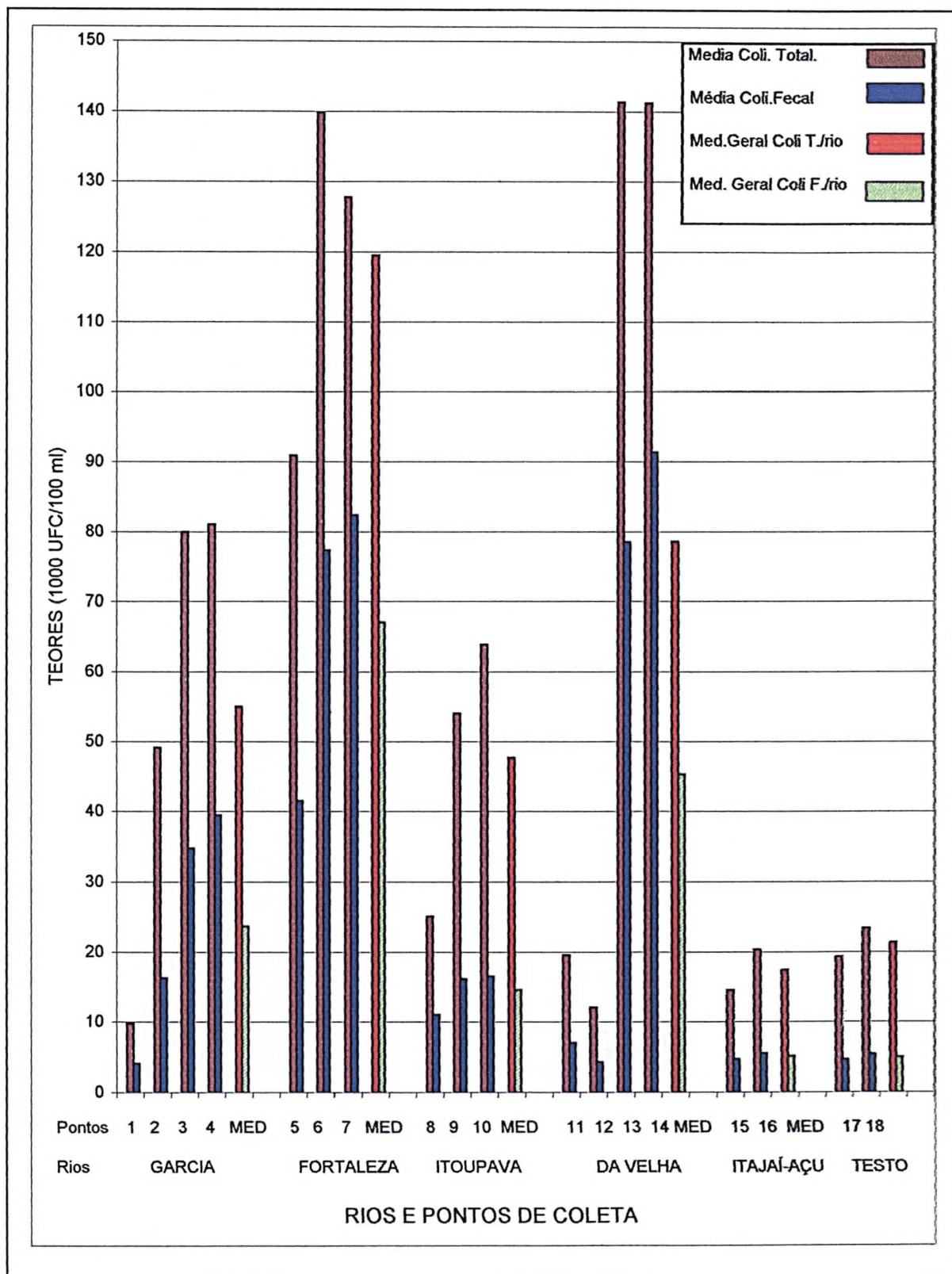
FONTE : FAEMA

NOTA: Sinais convencionais utilizados:

.. Não se aplica dado numérico.

... Dado não disponível.

FIGURA 41 - VALORES MÉDIOS DE COLIFORMES TOTAIS E COLIFORMES FECAIS JUNTO AOS PONTOS DE COLETA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU - SC



6.2 CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS

Na tabela 31 pode-se apreciar a correlação dos valores médios de todos os parâmetros. Os valores médios relacionados salientam linhas bem gerais, porém interessantes e deixam patente o grau de controle da ação antrópica sobre os parâmetros analisados. No apêndice um, nas tabelas 32 a 46, pode-se analisar a correlação de cada parâmetro individualmente ante os demais, para todos os pontos, facilitando uma análise mais aprofundada.

Para o estabelecimento da correlação entre os parâmetros foram utilizados os procedimentos descritos no item 2.5.2 anterior.

TABELA 31 - CORRELAÇÃO ENTRE OS VALORES MÉDIOS DE TODOS OS PARÂMETROS

PARÂM. UNID.	T.AG	T.AMB	CLOR	C.FECAL	C.TOTAL	COR	DBO	DQO	PT	NT	OD	pH	ST	TURB	CONDU
PARÂM.	° C	° C	mg/L	UFC ¹	UFC ¹	Unid ²	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	-	mg/L	UNT	µS/cm
T.AG	1,00	0,60	0,30	0,40	0,40	0,70	0,40	0,40	0,40	0,30	-0,30	0,50	0,60	0,60	0,40
T.AMB	0,60	1,00	-0,20	-0,10	0,00	0,40	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,00	0,50	0,10	0,40	0,00
CLOR	0,30	-0,20	1,00	0,80	0,80	0,30	0,70	0,70	0,60	0,70	-0,30	0,30	0,90	0,10	0,90
COLI. FECAL	0,40	-0,10	0,80	1,00	1,00	0,50	0,90	0,90	0,90	0,90	-0,70	0,20	0,80	0,10	0,80
COLI. TOTAL	0,40	0,00	0,80	1,00	1,00	0,50	0,90	0,90	0,80	0,90	-0,60	0,20	0,80	0,00	0,80
COR	0,70	0,40	0,30	0,50	0,50	1,00	0,60	0,50	0,70	0,60	-0,60	0,20	0,60	0,80	0,50
DBO	0,40	-0,10	0,70	0,90	0,90	0,60	1,00	1,00	0,90	1,00	-0,70	0,20	0,80	0,10	0,80
DQO	0,40	0,00	0,70	0,90	0,90	0,50	1,00	1,00	1,00	0,90	-0,70	0,20	0,70	0,00	0,80
PT	0,40	0,00	0,60	0,90	0,80	0,70	0,90	1,00	1,00	1,00	-0,80	0,10	0,60	0,20	0,70
NT	0,30	-0,10	0,70	0,90	0,90	0,60	1,00	0,90	1,00	1,00	-0,80	0,10	0,70	0,20	0,80
OD	-0,30	0,00	-0,30	-0,70	-0,60	-0,60	-0,70	-0,70	-0,80	-0,80	1,00	0,20	-0,50	-0,10	-0,50
Ph	0,50	0,50	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,20	1,00	0,40	0,10	0,40
ST	0,60	0,10	0,90	0,80	0,80	0,60	0,80	0,70	0,60	0,70	-0,50	0,40	1,00	0,30	1,00
TURB	0,60	0,40	0,10	0,10	0,00	0,80	0,10	0,00	0,20	0,20	-0,10	0,10	0,30	1,00	0,10
CONDUT	0,40	0,00	0,90	0,80	0,80	0,50	0,80	0,80	0,70	0,80	-0,50	0,40	1,00	0,10	1,00

FONTE: FAEMA

(1) UFC = unidade formadora de colônias/100 L

(2) Unid = Unidade Pt/Co.

6.2.1 Temperaturas

Parâmetros como OD, pH, DQO e Condutividade estão bastante ligadas às temperaturas. Como esperado, a relação TAG/TAMB para todos os rios é significativa, ficando a média geral em torno de 0,9, quando de analisa parâmetro a parâmetro, conforme a tabela 44 anexa. Igualmente no ponto P2 tem-se: TAG/TAMB=0,97. Também a relação da temperatura da água com o OD foi expressiva em P1 (TAG/OD=-0,95). Nos

pontos P17 e P18, para ambas as temperaturas, obtiveram-se valores elevados da correlação com OD (-0,90).

A correlação entre os valores médios dos parâmetros, da tabela 31, enfatiza um controle da cor sobre a temperatura da água, salientando a maior absorção térmica das águas no caso dos índices de Cor mais elevados. Águas que se apresentam mais turvas e com maior teor de Sólidos Totais parecem reter mais calor. Em P13 (tabela 44), um ponto de águas mais poluídas, as temperaturas mostram correlação com o teor de nutrientes.

Para a Condutividade observou-se, também que a temperatura exerce uma influência interessante sobre a mesma:

- a) em ambientes mais protegidos, como o P1, há uma correlação inversa, ou seja, quanto maior a temperatura menor a condutividade;
- b) em ambientes mais poluídos, como P13, ocorre o contrário: no registro de maiores temperaturas nota-se uma maior condutividade.

Também nota-se que em águas menos poluídas os coliformes são mais afetados pela temperatura, ou pelo menos, o fenômeno é mais bem evidenciado, do que nos pontos de águas com qualidade mais comprometida.

6.2.2 Cor

Quanto à ligação desse parâmetro com os demais, tem-se as correlações mais expressivas da cor com a Turbidez, com média geral de correlação de 0,83 e a maior média entre todos os parâmetros, no ponto P12, com 0,99. Isso indica que para a maioria dos rios a Cor mostrada é aparente. Somente o ponto P1, o mais ambientalmente protegido, exibe Cor verdadeira, que por sua vez também está atrelada, nesse ponto, à correlação positiva com a Condutividade. Em quase todos os demais pontos a correlação com a condutividade mostra correlação inversa. Em P10 pode-se concluir que as mesmas substâncias que dão DBO e DQO às águas também são responsáveis pela Cor das mesmas. Quanto aos Cloretos e sua correlação com a Cor das águas, os pontos mais ambientalmente protegidos parecem mostrar os maiores índices. O ponto que mostrou maior correlação da Cor com todos os demais parâmetros foi o P14.

6.2.3 Turbidez

A Turbidez exibe a mais significativa correlação com a Cor quando se analisam os teores médios obtidos. Também mostra correlação inversa com o OD, o que é muito importante na análise da oxigenação das águas e sua produtividade. A Condutividade também exibe correlação inversa com a Turbidez. P4 é o ponto que mais demonstra a ligação desse parâmetro com os demais.

6.2.4 Sólidos Totais

Os pontos onde exibe maior correlação com os demais parâmetros são P3, P6, P13, P14 e P16, que também são locais que recebem bastante poluição. Nesses pontos mostra relativa correlação com a temperatura da água. Também nos pontos P15 e P6 nota-se a correlação com a Cor. Nos pontos P2 e P8, que embora ambientalmente protegidos, devem ter uma causa a ser investigada, que demonstra uma boa correlação de ST com Cloretos. A contribuição de nutrientes e o teor de sólidos alimentado ao rio ficam relacionados especialmente no ponto P3, que recebe uma carga de esgoto significativa. Quanto ao P12 ali estão correlacionados os teores de OD, de ST e de Turbidez, mostrando um meio redutor onde esses parâmetros se acham inter-relacionados.

O parâmetro apesar de, numericamente, apresentar pequenos índices de correlação com os demais, mostra, no entanto, na análise entre os valores médios, ótima correlação com a Condutividade e boa com os Cloretos.

6.2.5 Condutividade

A condutividade mostrou boa correlação com o parâmetro Cloretos, com índices superiores a 0,9 nos pontos P17, P18, P3 e P4 e para a análise geral das médias, a correlação chegou a 0,82. Essa condição mostra a influência da carga de esgotos recebida nesses pontos. Da mesma forma os parâmetros ST e Cor, mostraram correlação expressiva.

Embora com índices relativamente baixos de correlação, foi o parâmetro que mais apresentou conexão com os demais, na maioria dos pontos observados, e em especial nos pontos P13 e P14.

6.2.6 pH

O pH se mostra mais correlacionado às Temperaturas, às variáveis Cloretos e Sólidos Totais. Os pontos mais significativos evidenciando suas correlações são P3 e P13.

6.2.7 Oxigênio Dissolvido

O OD mostrou-se relacionado a vários parâmetros, embora com baixos graus, para vários pontos. Como esperado, sua referencia inversa com as temperaturas foi significativa, embora os índices gerais não tenham sido altos: TAG/OD= -0,56 e TAMB/OD=0,53. Nos ponto P17 e P18 essa correlação foi maior (-0,90). Parâmetros como Turbidez e Cor também exibiram boa correlação com OD.

O ponto 12 evidenciou a maior concentração de relações entre esse parâmetro e os demais, inclusive a DBO/OD= -0,9, é a maior observada entre todos os pontos. Essa relação inversa significativa torna as águas desse ponto muito frágeis quanto a receber cargas poluentes. O pH mostrou alguma correlação direta, especialmente no P12, mostrando que o aumento do pH dessas águas induz a um teor maior de OD nas mesmas.

6.2.8 Cloretos

As maiores correlações foram para Condutividade e Cor. As correlações não são altas, mas estão presentes em vários pontos como: P1, P5, P2 e P14 nessa ordem em importância. O maior valor de correlação, de 0,93, foi com a Cor, em P1. De modo geral observou-se que esse parâmetro mostra melhor correlação em águas de melhor qualidade.

6.2.9 Demanda Bioquímica de Oxigênio

Dentre os parâmetros mais correlacionados com a DBO, está, evidentemente, a DQO, com índices acima de 0,9 nos pontos P1, P2, P6, P10 e P15. Esperava-se uma correlação bem acentuada para o OD, que não ocorreu. Entretanto o mais interessante foi que essa relação para o ponto 12, ou seja: $DBO/OD = -0,96$, é a maior observada. Também esse ponto exibe inúmeros outros parâmetros relacionados com a DBO presente. A temperatura afeta grandemente o comportamento da DBO nesse ponto, que também ali mostra grande correlação com o OD. Outros parâmetros de boa correlação com a DBO foram o Fósforo Total, a Temperatura Ambiente e Nitrogênio Total.

6.2.10 Demanda Química de Oxigênio

Suas maiores correlações são com os parâmetros DBO, como esperado, o Fósforo, o Nitrogênio e a Temperatura Ambiente. As maiores correlações desse parâmetro foram evidenciadas, assim como a DBO, no ponto P4. O rio da Velha mostrou que o consumo de Oxigênio nos processos químicos que ocorrem em suas águas é expressivo. Isso é evidenciado pela relação inversa significativa entre o OD e a DQO.

6.2.11 Nitrogênio Total

O ponto P13, que recebe grande carga poluente é o que apresenta as maiores correlações do Nitrogênio Total com os demais parâmetros. Águas com qualidade menos comprometida mostram maior correlação dos teores de nutrientes com a presença de coliformes. Portanto, coliformes e nutrientes mostram correlação positiva. No entanto, para águas poluídas a correlação também é expressiva, porém inversa. A correlação com DBO e DQO indica que a carga poluente traduzida por tais parâmetros, deve ser a mesma que incorpora Nitrogênio Total nas águas.

Depois do Fósforo Total, a Condutividade é o parâmetro mais ligado o Nitrogênio.

6.2.12 Fósforo Total

Bastante ligado ao Nitrogênio, o Fósforo Total apresenta, no ponto P13, uma correlação de $P_t / N_t = 0,99$. Também nesse ponto se relaciona com a DBO com o índice de 0,81. A sua correlação com a DQO é a mesma que para o Nitrogênio Total, indicando que o Fósforo Total presente ainda não está na forma oxidada final. Os pontos que mostram a maior conexão desse parâmetro com os demais são também os de maior contribuição com esgotos, ou seja: P3, P4, P13, P14 e P6 e P9.

6.2.13 Coliformes

Os Coliformes Fecais, mostraram-se correlacionados, como esperado, com os Coliformes Totais. Considerando todos os valores a sua correlação é de apenas 0,57. Quando se analisam os valores médios essa correlação sobe para 0,98. Ambos também estão relacionados à Turbidez, ao OD, ao Fósforo Total, à Condutividade, à DBO, à Cor e ao Nitrogênio. Os pontos, onde os demais parâmetros mais estavam interligados aos teores de Coliformes Fecais presentes, foram P13, P10 e P1. Isso mostra que a importância do mesmo, e da sua correlação, está presente tanto em águas de má como de boa qualidade.

Os Coliformes Totais mostram a maior correção entre os demais parâmetros nos pontos do rio Garcia, especialmente P4. Pelos resultados pode-se inferir que a Turbidez afeta positivamente esse parâmetro, crescendo junto com o crescimento bacteriano, e o OD, com correlação negativa, limitando ou reduzindo a contaminação por tais microrganismos, na sua depleção.

6.3 INDICE DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Em função dos resultados apresentados e suas médias, pode-se estabelecer a posição dos rios quanto a sua qualidade. Esse é um índice de qualidade simplificado.

Alguns critérios foram adotados para essa avaliação, como seja:

- os parâmetros considerados para análise com “notas” de 0 a 10 crescentes dentro do intervalo de resultados apresentado, foram: Cor, Turbidez, Sólidos Totais, Cloretos, DBO, DQO, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Coliformes Totais e Fecais e Temperatura da Água;
- o parâmetro Oxigênio Dissolvido e foi avaliado com “notas” de 0 a 10 decrecentes dentro do intervalo de resultados;
- para a análise do pH considerou-se o afastamento do pH=7, central, à direita e esquerda, de 10 a 0;
- a soma das notas de cada ponto em relação aos respectivos parâmetros situa a qualidade do mesmo na avaliação geral e a média de cada rio, com seus respectivos pontos, classifica o rio na sua qualidade.
- o parâmetro Temperatura Ambiente não foi empregado no cálculo, por ser de difícil ponderação e interpretação no seu reflexo na qualidade das águas e por seu aspecto de efeito não pontual e sim ambiental.

A tabela 47, apresentada a seguir mostra o resultado da avaliação por pontos e entre os rios. No apêndice dois pode-se acompanhar um exemplo do método desenvolvido.

TABELA 47 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS RIOS DE BLUMENAU E SEUS PONTOS DE COLETA

PONTOS DE COLETA	← QUALIDADE														
	P1	P2	P8 e P11	P17	P18	P9	P15	P16 E P12	P3	P10	P5	P4	P6	P13 E P14	P7
RIOS	← QUALIDADE														
	DO TESTO			GARCIA			ITUUPAVA			ITAJAÍ-AÇÚ			DA VELHA		FORTALEZA

7 ASPECTOS CONCLUSIVOS E RECOMENDAÇÕES

7.1 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE E VULNERABILIDADE DOS RIOS ESTUDADOS

Ao avaliar os rios de Blumenau conclui-se que são, quase todos, corpos hídricos com características bem distintas entre si, embora próximos e ocupando a área de um mesmo município.

O rio Itajaí-Açu pelas suas dimensões, vazão, idade, desenho do canal, é único e se sobrepõe aos demais com um comportamento próprio.

Apenas dois rios mostraram características semelhantes são o Itoupava e o Testo. Esses se parecem quanto ao substrato drenado, ao traçado, a cobertura vegetal, a forma de ocupação do solo e ao relevo. Uma vez expostos a fatores comuns, também mostraram resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas muito parecidos.

Os principais aspectos levantados para os diversos rios estudados são colocados a seguir.

7.1.1 Rio Garcia

É o rio de temperaturas mais baixas, tanto do ambiente como de suas águas, entre todos, especialmente o seu ponto P1. Trata-se de uma área com boa cobertura vegetal e, como citado, constata-se ali um dos artifícios de resfriamento natural das plantas, o de refletir a energia térmica solar do Infravermelho próximo. Esse processo leva a temperaturas mais amenas tanto para o ambiente como para as águas próximas. Outro fator que certamente deve contribuir para esse fato é a topografia acidentada e a inclinação das vertentes. Essas apresentam um alinhamento orográfico predominante de sentido Noroeste/Sudeste, ou seja, recebem media radiação solar e, portanto, garantem um ambiente mais fresco.

Suas águas são as mais claras e o ponto P1 mostra os valores mais homogêneos e as águas mais cristalinas e de baixa turbidez.

Como seu pH apresenta-se levemente ácido, pode considerar que isso se deva a ação do CO_2 e, conseqüentemente, pela presença de H_2CO_3 . Também o contato da água de chuva com a serapilheira de suas nascentes pode incorporar CO_2 às águas.

O rio exibe um gradiente muito acentuado de cloretos e DQO das suas cabeceiras para a foz.

Na avaliação pela pontuação foi o rio com os melhores trechos de qualidade, em P1 e P2, no entanto perde na qualidade geral para o rio do Testo. A causa disso: a poluição mostrada por seus pontos P3 e P4.

7.1.2 Rio Fortaleza

Suas águas estão entre as que apresentam valores elevados de temperatura.

Dos rios da região norte de Blumenau é o mais turvo. O intenso uso do solo, com atividades de cultivo, industrialização e ocupação urbana, da sua bacia e a falta de mata ciliar, certamente refletem na turbidez apresentada.

Os teores de Sólidos totais também são elevados. Além dos mesmos fatores mencionados no caso da turbidez, que devem concorrer para esse quadro, o substrato drenado (gnaisses) se encontra, superficialmente, bastante intemperizado.

É o rio com menores chances de ser piscoso. Seus níveis de OD são os menores apresentados.

Os teores de DBO quase duplicam de seu ponto P5 para a foz. Pela análise da relação DQO/DBO das médias apresentadas pelos rios, pode-se concluir que a carga química recebida pelo rio Fortaleza é bem maior que a carga orgânica, especialmente no seu ponto 06.

Os teores de Fósforo e Nitrogênio são muito elevados tanto na sua foz, como no rio como um todo. Os mesmos efeitos já apontados de pouca cobertura vegetal, grande urbanização, grande industrialização e ainda atividades de cultivo e pastoreio, contribuem para a carga de nutrientes mostrada em suas águas. Inclusive a chuva parece arrastar nutrientes para as águas

Quanto a coliformes, foi o único rio que mostrou algum decaimento de bactérias ao longo de seu percurso, isso pode estar ligado também aos baixos valores de OD. Pela avaliação com pontos, é um rio de qualidade comprometida, em razão dos resultados mostrados nos seus pontos P6 e P7.

7.1.3 Rio Itoupava

Suas águas exibiram dados de temperatura interessantes. Nas tabelas 16 e 17, pode-se ver que, em algumas ocasiões, a temperatura das águas foi superior a ambiente. Também no ponto P9 tem-se a maior média geral da temperatura ambiente entre pontos, com 23,47 °C. Esse ponto se encontra ambientalmente numa área exposta, submetida a algum grau de atividades humanas. O rio possui pequena lâmina líquida e escoar sobre substrato gnáissico máfico, especialmente nas suas cabeceiras. Na altura do ponto P8 tem-se o maior gradiente de temperatura entre os rios de Blumenau: com 8,8 °C no mês de julho e quatro meses depois, 27,0 °C. No entorno desse ponto também foram constatadas algumas possibilidades de hidrotermalismo. Portanto, há uma somatória e efeitos contribuindo para esse quadro de aquecimento do ambiente e das águas desse rio.

Suas águas são muito claras nas nascentes, com um aumento acentuado da cor e turbidez em direção a sua foz. Na foto da figura 22, que mostra o ponto P10, pode-se ver as águas com elevada turbidez. Nesse ponto ela é superior a pontos poluídos como o P14 do rio da Velha. A cor e a turbidez mostradas indicam um arraste muito grande de partículas do solo.

A condutividade é significativa nas proximidades do ponto P8, apesar do substrato ser gnáissico, esse se encontra muito intemperizado o que talvez possa justificar os valores observados. No ponto P9 há uma maior densidade de drenagem e também maiores atividades agrícolas, tais fatos podem também estar contribuindo para o aumento da salinização da água.

Trata-se do rio de águas com maiores valores de pH entre todos os analisados, isso é mais evidente no ponto P8.

Sua qualidade é razoável e seu ponto P8 tem águas de boa qualidade.

7.1.4 Rio da Velha

Apesar da poluição que recebe, o rio mostra uma baixa média geral de temperatura. Seu ponto 11 é o de temperaturas mais homogêneas.

As águas das nascentes do rio da Velha se mostram mais coloridas que seus pontos 13 e 14 que recebem grande carga de cor dos poluentes. A explicação para tal é

o contato com o substrato que imputa cor às águas e os compostos de ferro do ponto 12. No ponto 11 chegou-se a registrar o valor de 420 unidades de cor, que é cerca de seis vezes maior que o ponto 03 do rio Garcia, por exemplo, que recebe grande carga de efluentes têxteis.

O mesmo ocorre para a turbidez. No ponto 11 exibiu o valor de 47,4 UNT e uma média de 19,4, bem maior que o ponto 03 do rio Garcia, sabidamente mais poluído. Isso se deve provavelmente ao substrato drenado, de argilitos e folhelhos que agregam material coloidal, e portanto, Turbidez às águas superficiais de contato, bem como ao elevado teor de ferro das águas. Como P11 e P12 tem aproximadamente os mesmos teores de turbidez, pode-se associa-los à mesma causa, comum aos dois pontos.

Repete-se o fato para a condutividade, em especial no ponto P12. Esse curiosamente, apesar de se encontrar em área de baixa ocupação apresenta valores significativos, com média geral de 139,23 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ou valores de até 184,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Aqui, novamente a litologia de argilitos e folhelhos, deve contribuir para a carga de material dissolvido presente nessas águas superficiais. Note-se que estas rochas se associam com frequência a pirita e outros sulfetos, que, quando intemperizados se oxidam e produzem abundante carga de íons Hidrogênio, abaixando o pH. Uma carga de Ferro em solução é também liberada.

O rio da Velha é o que apresenta a maior carga química entre todos e P13 mostra a maior condutividade, também é um dos mais poluídos.

O pH também se apresenta com valor decrescente desde a nascente do rio da Velha até sua descarga. O ponto P12 mostra as águas mais ácidas estudadas. Um dos três substratos que se reúnem nesse ponto deve estar dando tal caráter às águas. Existe nesse ponto abundância de compostos de ferro e nota-se na água a presença de bactérias ferruginosas pelo espelhamento e cor mostradas (vide foto da figura 42)

Outra característica importante desse ponto P12 é mostrar águas pobres em oxigênio. Esse fato, mais o baixo pH, torna tal ambiente muito redutor.

Da mesma forma, apesar de pouco afetado por atividades antrópicas, no ponto 12 tem-se um valor médio de cloretos, superior, por exemplo ao rio Itajaí. Nesse caso, talvez a característica do substrato de drenagem tenha feito a diferença.

A DBO registrada no rio da Velha foi oscilante e exhibe um gradiente muito acentuado das nascentes para a foz. O P12 exhibe a maior relação DBO/OD, de -0,90.

Pela análise da relação DQO/DBO, pode-se concluir que a carga química recebida pelo rio da Velha, em seus pontos P13 e P14 é maior que a carga orgânica. O ponto P12 também exhibe para a DQO características únicas, ou seja, apresenta teores superiores aos do rio Itajaí-Açu, e outros pontos, de outros rios, que são bem mais comprometidos.

O ponto P12 mostra baixas concentrações de coliformes. O meio ali existente não é favorável a sua reprodução, pois exhibe: águas ácidas, baixo teor de OD e relativos teores de Cloretos.

Não fosse a boa qualidade das águas de suas nascentes, que deveriam ser assim mantidas, esse rio seria apenas um canal de escoamento de resíduos em sua foz. Considerando-se somente o trecho do ponto P13 até sua desembocadura no rio Itajaí-Açu, sua classe seria IV. É um dos rios de qualidade mais comprometida de Blumenau.

7.1.5 Rio Itajaí-Açu

Em relação à temperatura de suas águas é o rio mais quente entre todos, com a maior média geral de 21,3°C. Uma explicação seria o efeito cumulativo da temperatura e a grande massa de água transportada pelo mesmo. Os valores exibidos são aproximadamente homogêneos ao longo de seu deslocamento, cerca de 28 km, entre seus pontos de entrada e saída da cidade, apesar de receber carga de todos os afluentes dentro de Blumenau.

Da mesma forma que a Turbidez, ganha em média, cerca de 8,8 % de Cor ao passar por Blumenau, embora seja o rio com maior flutuação nos valores de cor. Entretanto, já chega ao município turvo e colorido. É o mais colorido e o mais turvo entre todos. Em termos de cor suas águas não são aptas a abastecimento público, nem sequer para esportes náuticos.

O rio Itajaí-Açu normalmente recebe grande carga de sólidos ao passar por Blumenau. São poucas as vezes em que à saída da cidade se verificam teores de ST menores que à entrada.

O fato de se apresentar com elevados teores de Turbidez, Cor e ST, permite concluir, que, apesar do seu meandramento e anastomosamento acentuados, de suas grandes barragens, e mesmo o represamento ao chegar a Blumenau, esse rio ainda tem uma capacidade muito grande de transporte de material particulado sedimentável ou seu

processo de deposição na calha do rio não é tão grande assim a montante dos pontos analisados. Ressalte-se também o efeito erosivo de sua grande bacia



FIGURA 42 – ASPECTO DA ÁGUA NO RIO DA VELHA, O PONTO P12, MOSTRANDO O ESPELHAMENTO DEVIDO A PRESENÇA PROVÁVEL DE BACTÉRIAS FERRUGINOSAS E A COR MARROM/AMARELADA PELA ACENTUADA PRESENÇA DE ÓXIDOS DE FERRO

No rio Itajaí-Açú é lançada toda a carga de substâncias que possam gerar condutividade, entretanto, esse mostra uma média geral baixa. No entanto o crescimento nos valores de cerca de 11%, do ponto 15 para o 16, indica, na verdade, que seus tributários dentro de Blumenau contribuem muito para aumentar sua carga

lônica. Os valores aproximadamente homogêneos da condutividade mostram um rio com relativo equilíbrio químico, ou uma capacidade de auto-equilíbrio muito acentuada.

O Itajaí-Açu, mostra uma leve queda do valor do pH ao passar por Blumenau, e um padrão homogêneo nos resultados no período do estudo. Tal quadro também foi observado por SILVA, M. R. da; SILVA, E. (1999).

Surpreendentemente, apesar da carga poluidora que transporta e recebe dentro do município, apresenta teores bem significativos de OD. A oxigenação é propiciada pelas corredeiras dentro do trecho de Blumenau, também seu volume e profundidade colaboram para os teores de OD observados.

O rio apresenta uma tendência de queda nos valores de cloretos sua passagem por Blumenau. Isso contraria o esperado: de que o refluxo da maré, cujo efeito se observa até a altura do centro de Blumenau, incorporasse cloretos às suas águas. Permite-se concluir, portanto, que a pluma das águas marinhas não chega até o ponto 16, onde se fizeram as análises, ou que apenas afeta o escoamento do rio e não os teores de cloretos encontrados.

Apesar das cargas de DBO recebidas por seus tributários, esse corpo receptor mostra valores aproximadamente iguais desse parâmetro em relação à aos seus pontos de entrada e saída do município. Sua vazão, seu meandramento e os processos de sedimentação, mesmo suas poucas corredeiras e oxigenação, e até o aspecto do refluxo da maré, com o revolvimento da massa líquida, a adsorção da matéria orgânica pelos sólidos, a dispersão da carga ao longo do rio, a diluição por tributários menos poluídos, entre outros fatores, devem contribuir para um processo de autodepuração muito significativo.

Apesar dos baixos teores, na sua passagem por Blumenau, o Itajaí-Açu acumula Fósforo em suas águas. O crescimento do P15 para o P16 foi de cerca de 18%.

Apesar de, aparentemente ter baixos índices de coliformes, exhibe um aumento médio considerável ao passar pelo Município, sendo 18 % para Coliformes Fecais e 40% para Coliformes Totais. Entretanto, esse incremento ao longo de seu deslocamento não é uma constante.

Esse rio ainda apresenta capacidade de autodepuração, ou talvez se deva dizer, de assimilação da carga poluidora que recebe, pois, apesar de toda a poluição que transporta ao chegar à cidade, e recebe dessa, no seu trajeto em direção ao mar, mostra qualidade média.

7.1.6 Rio do Testo

É o tributário mais quente do Itajaí-Açú.

Suas águas são relativamente claras e se mostram assim ao longo de sua extensão. Apresentam pois, baixos índices de Cor, Turbidez e Sólidos Totais.

A condutividade, no entanto, não é das mais baixas, nem em seu ponto P17, mais ambientalmente protegido.

Da mesma forma que o rio Itoupava, esse rio apresenta valores elevados de pH. No ponto P17 registrou-se o índice de 8,45.

No ponto P18 há um aumento no teor de Nitrogênio por ocasião de chuvas, o que pode indicar arraste desse nutriente.

Suas águas mostram boa qualidade e deveriam ser bem monitoradas para que esse quadro permaneça assim. Na avaliação geral é o rio de águas com melhor qualidade de Blumenau.

7.2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.2.1 Conclusões

Nos rios onde ocorrem significativas amplitudes térmicas, ou grandes oscilações nas temperaturas tanto ambiente, como das águas, esse fato, pode ter ação nociva ou estimulante sobre a biota local, merecendo ser mais bem avaliado. Esse aspecto foi particularmente verificado junto aos rios Itoupava e do Testo.

Nas épocas mais frias a condutividade das águas parece crescer, contrariamente ao que diz a teoria. Entretanto, considerando-se o efeito diluidor das chuvas, no inverno chove menos em Blumenau e, nessas condições, as águas estariam mais concentradas. Nos meses de inverno, geralmente, também se observa uma pequena elevação do pH das águas.

A temperatura, tanto das águas, como ambiente, afeta direta e indiretamente todos os parâmetros analisados. Nas épocas mais quentes, no rio do Testo, Itoupava e Itajaí-Açú pode-se verificar um aumento da cor das águas em função da maior temperatura.

Os resultados também parecem apontar um aumento dos teores de coliformes, nos períodos de maior temperatura. Isso é mais verdadeiro nos pontos de significativa descarga de esgoto sanitário e mais evidente para os Coliformes Fecais.

Um rio pode ter uma água mais fria ou mais quente e estar em equilíbrio ecológico. Também isso pode ser bom ou ruim dependendo do uso de suas águas, que vão desde a criação de trutas até a instalação de uma estância hidrotermal. O que deve merecer atenção, no entanto, é a alteração térmica ao longo do rio e/ou num espaço de tempo. Se constatada significaria certamente alteração ambiental. Uma vez conhecido o histórico térmico de um rio, a simples medida de sua temperatura é uma ferramenta útil, fácil e pouco onerosa para acompanhar a evolução da sua qualidade.

Em relação à cor, todas as águas de Blumenau necessitam ser clarificadas se destinadas ao abastecimento público.

O pH, por ser um dado logarítmico, teve seus valores oscilando dentro de uma faixa restrita e, aparentemente, pequena, de valores. Entretanto, essa pequena flutuação nos teores apresentados, é um aspecto positivo. Se fossem observados teores muito diferenciados, muito altos ou muito baixos, esses representariam alterações muito significativas na qualidade das águas dos rios de Blumenau. A maior variação ficou por conta do ponto P13 e certamente deve estar atrelada à poluição de diferentes fontes que recebe.

A salinização das águas superficiais estudadas, ou sua carga química, representada pela condutividade, parece advir bem mais de poluição que de outros fatores.

Na tabela 48, apresentada a seguir, pode-se avaliar o nível de oxigenação dos principais rios de Blumenau. Somente os pontos P1 (Garcia), P8 (Itoupava), P11 (rio da Velha), mais nas cabeceiras dos rios, e P15 e P16 (ambos do rio Itajaí-Açú) mostram valores próximos ao de saturação para água limpa, na temperatura local. Os fatores prováveis para tal são as boas condições de preservação, observadas próximas às nascentes dos tributários, onde as temperaturas são mais amenas, a cobertura vegetal é maior, e, também, a carga poluente recebida ali ser baixa, e a tomada da medida, feita no período da manhã.

Como os esgotos costumam apresentar entre 15 e 175 mg/l de cloretos, de acordo com McGAUHEY (1968), se conclui que, em nível de cloretos, o rio da Velha, no seu trecho do ponto 13 à foz, está mais para um canal de escoamento de esgotos que

para um rio. Ali, o gradiente nos valores de cloretos, do ponto P11 ao ponto P14, chega a 18,4 vezes. O rio Garcia também exibe esse crescimento nos valores, atestando a recepção de cargas de esgotos e efluentes.

Esse mesmo quadro pode ser pintado para a DBO, DQO e coliformes. Alguns rios, como o Fortaleza e Velha, mostram um gradiente de crescimento de DQO muito intenso, das nascentes para a foz, mostrando o empobrecimento da qualidade de suas águas. De modo geral, em termos de DBO, todos os rios tiveram sua qualidade melhorada no ano de 2001 em relação a 2000, seja pelo efeito diluidor de uma maior precipitação, seja pela atuação maior dos Órgãos de controle ambiental locais.

Pontos que recebem grande contribuição de esgotos sanitários ou alguma contribuição de atividades agrícolas ou pastoris, demonstram bastante correlação da DQO com os parâmetros: Fósforo, Nitrogênio, Temperatura Ambiente e Coliformes Totais.

Vários rios mostraram valores mínimos de Nitrogênio Total, em torno de 0,1 mg/L. Se este for na forma solúvel indica rios com pequena influência antrópica na sua qualidade. Por outro lado também mostra que esses são pouco produtivos. Bacias de vocação agrícola e com atividades de pecuária, mostraram águas com baixos teores de nutrientes, contrariamente a rios que drenam áreas urbanizadas. Essa constatação mostra que a contribuição de nitrogênio para os rios de Blumenau é devida mais pelos esgotos sanitários que por atividades ligadas a trabalhos no campo.

O Nitrogênio exibe correlação significativa com a DQO, mostrando que sua especiação. Deve estar na forma orgânica, amoniacal ou albuminóide, ou seja, ainda oxidável. Outros parâmetros ligados ao Nitrogênio além, evidentemente, do Fósforo, foram os Coliformes, Cloretos, Condutividade, e acentuam ainda mais a sua presença ligada à contaminação por esgotos.

Aliado ao Nitrogênio, o Fósforo se torna um nutriente indicador das condições de produtividade de uma água. Assim, as águas dos pontos P1, P8, P9, P17 e P18, por apresentarem uma baixa relação N/P tendem a ser águas oligotróficas. Enquanto águas dos pontos P3, P4 e P13 induzem a proliferação de algas e seriam eutróficas. Curiosamente o ponto P6, mesmo com grandes teores desses nutrientes presentes, mostra uma pequena relação N/P, o a torna pouco produtiva.

O rio do Testo é o tributário do rio Itajaí com menor contaminação por coliformes fecais. Fatores como: baixa concentração de nitrogênio nas águas, área sujeita a grande

insolação, expondo suas águas à ação bactericida da radiação ultravioleta e aquecimento, e com pequena lâmina líquida, e por se tratar de área rural, certamente devem estar contribuindo para os valores exibidos.

TABELA 48 – COMPARAÇÃO ENTRE O NÍVEL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO DAS ÁGUAS DOS RIOS DE BLUMENAU TEÓRICO E AS MÉDIAS REAIS OBTIDAS

RIOS	PTO.	VALORES MÉDIOS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO OBTIDOS (mg/L)	VALORES MÉDIOS DA TEMPERATURA AMBIENTE LOCAL (°C)	VALORES TEÓRICOS DO OD PARA ÁGUA LIMPA (mg/L) ¹
GARCIA	P1	8,56	21,23	9,2 A 8,8
GARCIA	P2	8,35	21,35	9,2 A 8,8
GARCIA	P3	8,15	21,52	9,2 A 8,8
GARCIA	P4	7,16	22,10	9,2 A 8,8
FORTALEZA	P5	6,74	22,44	8,8 A 8,5
FORTALEZA	P6	4,56	22,41	8,8 A 8,5
FORTALEZA	P7	3,70	21,80	9,2 A 8,8
ITOUPAVA	P8	8,42	22,80	8,8 A 8,5
ITOUPAVA	P9	7,74	23,47	8,8 A 8,5
ITOUPAVA	P10	6,31	23,04	8,8 A 8,5
DA VELHA	P11	8,23	21,24	9,2 A 8,8
DA VELHA	P12	4,38	21,73	9,2 A 8,8
DA VELHA	P13	7,12	22,06	8,8
DA VELHA	P14	4,84	22,08	8,8
ITAJAÍ-AÇÚ	P15	8,22	23,33	8,8 A 8,5
ITAJAÍ-AÇÚ	P16	8,18	22,56	8,8 A 8,5
DO TESTO	P17	7,88	22,40	8,8 A 8,5
DO TESTO	P18	7,58	21,91	9,2 A 8,8

FONTE: FAEMA (2001, 2002, 2003)

(1) Valores ao nível do mar e para água limpa (ECKENFELDER, 1989).

Depois da temperatura, os parâmetros que mais demonstram dar ou receber influência dos demais estudados foram, na ordem de correlação: Condutividade,

Turbidez, OD e Cloretos. Apesar da bibliografia relacionar cloretos a nitratos e coliformes fecais, isso não ficou claro para os rios de Blumenau. Entretanto, pontos mais poluídos com esgotos, com P13, P14, P6, P7, P3 e P4, nota-se uma presença maior de cloretos. O OD não evidenciou grande correlação com as temperaturas, como esperado; somente em P12 ela foi mais expressiva. A condutividade foi o parâmetro que se mostrou mais ligado aos demais, especialmente a cloretos. Os resultados das correlações feitas, do item 6.2, capítulo IV, já por si só, mostram as conclusões de cada parâmetro. P1 e P12 exibiram as correlações mais interessantes.

Dentre todos os pontos P1, o mais ambientalmente protegido, foi o que mostrou maior correlação entre os todos os parâmetros. Isso mostra que águas sujeitas a muita contaminação, ou seja, grandes oscilações nos resultados, não oferecem correlação confiável entre os parâmetros analisados, mesmo com o conhecimento do histórico do rio. Este aspecto evidencia sistemas desequilibrados do ponto de vista hidro-bio-geoquímico.

Constatou-se a importância das áreas com cobertura vegetal, e também da mata ciliar, para o controle da temperatura das águas superficiais. Sejam os aspectos positivos disso evidenciados nas nascentes do Garcia, do rio da Velha ou o aspecto negativo da sua ausência na área exposta dos rios Fortaleza, Itoupava e Testo.

Áreas muito preservadas, com boa cobertura vegetal mostram valores pequenos nas médias de DBO e Cloretos, isso foi válido para todos os tributários analisados. No entanto o Itajaí-Açú que corta a cidade, e não apresenta sequer mata ciliar importante, mostra os mesmos valores que o ponto 01 do Garcia. Portanto, a cobertura vegetal, não pesou nos valores encontrados nesse rio. Pode ser concluído que a poluição industrial e esgotos sanitários, especialmente para rios de baixa vazão, sim, são fatores decisivos nos teores de DBO que os mesmos exibem.

A cobertura vegetal não mostra ação direta sobre os valores da DQO ou da Cor das águas. Observam-se valores idênticos para áreas expostas ou mais protegidas.

Períodos chuvosos mais intensos mostram correlação com o aumento da Cor das águas. Esse efeito também foi notado quanto a Turbidez e Sólidos Totais dos rios Itajaí-Açú e do Testo. Para os rios Fortaleza e da Velha, a chuva parece incrementar a DBO e coliformes fecais nas águas, nos demais esse efeito não fica claro.

Nos pontos com maior atividade agro-pastoril, como P9, P10 do rio Itoupava e ponto P18 do rio do Testo, há indícios de arraste de Nitrogênio pela chuva. Nos demais

esse efeito é muito mais de diluição dos teores desse parâmetro. Apesar da chuva não dissolver fosfatos, o arraste desse pode ocorrer junto a sólidos e materiais carregados. Isso se mostra real nos pontos 06 e 07 do rio Fortaleza, com o incremento desse nutriente nos períodos de maior pluviosidade.

Analisando a temperatura ambiente junto aos rios e sua correlação com o índice de chuvas não se encontrou uma linearidade entre ambos no período estudado. Assim, na região, maior temperatura não significa maior pluviosidade, no entanto, o período menos chuvoso é o inverno.

Não ficou definida a relação chuvas e cloretos, como esperado, apesar da proximidade da área do litoral.

Embora ventos de diferentes quadrantes possam arrastar cloretos, devido a sua origem na brisa marítima e nos alísios. Enfatizou-se, pela proximidade de Blumenau com o mar, a análise dos ventos procedentes da orla marinha, que poderiam ser responsáveis pelo maior arraste de cloretos. No entanto esses não predominam.

Quanto ao substrato drenado, pontos como o P6 e o P12 que mostram valores elevados de ST, se encontram na interface de diferentes tipos de solo e diferentes litologias. Talvez esse fato, especialmente no ponto P12, justifique os resultados encontrados. Em termos litológicos, o ponto P11, drena área de argilitos e folhelhos, que oferecem alguma porosidade e permitem a mobilidade de cloretos. O ponto P12, localizado no encontro das litologias: gnaisses, arenitos, argilitos e folhelhos, esta numa área cujo substrato permite melhores condições de circulação de cloretos. Esse, dentre os pontos de todos os rios, mais ambientalmente protegidos, é o que apresenta o maior valor de cloretos. Essa mesma justificativa caberia no caso da condutividade para o P12. Também o caráter alcalino exposto pelo rio Itoupava, teria uma justificativa geológica, especialmente no entorno de P8. Segundo pode-se observar no mapa geológico da figura 7, esse ponto está situado próximo a uma área de exploração mineral de macadame (dolomita, associada à calcita, quartzo, albita, epidoto e muscovita). Tais rochas carbonáticas poderiam estar colaborando para o pH alcalino das águas de contato.

O ponto P12 mostra sua peculiaridade também para os fosfatos, pois mesmo estando em área de media ocupação do solo, com boa cobertura vegetal, exhibe teores desse nutriente superiores ao ponto 03 do rio Garcia, por exemplo, muito mais exposto e poluído. Vários fatores devem contribuir para tal, entre eles o meio altamente redutor,

com um dos menores índices de Oxigênio Dissolvido das águas, que permitem a redissolução de fosfato presente, inclusive aquele já depositado. Geologicamente as águas que drenam argilitos facilitam a adsorção do fosfato. No caso, portanto, as águas do rio da Velha nesse trecho teriam uma parcela de Fósforo na forma dissolvida e outra adsorvida na carga de sólidos.

Nenhum dos rios estudados está ecologicamente em equilíbrio, ou seja, com a carga de poluição recebida, mesmo natural, sendo absorvida pelo meio e não alterando sua qualidade. Existem, no entanto, trechos nos rios estudados que chegam perto dessa condição. São aqueles junto os pontos P1, P11 e P8.

Nota-se que nos pontos mais poluídos, como P13, P14, P7, P6, P3 e P4, que tanto a poluição industrial como os esgotos sanitários são os vilões da má qualidade das águas. Para se avaliar qual dessas duas contribuições é maior deveria ser feito um estudo dirigido a essas duas fontes e, principalmente, com o conhecimento das vazões dos rios e o teor das cargas pontuais dos efluentes lançados pelas indústrias.

As regiões mais íngremes, na maioria dos casos, são as mais protegidas, e aquelas que apresentam melhores águas. É o caso do ponto P1 e P8, por exemplo. A influência do relevo movimentado na qualidade das águas nesse macro estudo, fica, no entanto, mais como um fator positivo na preservação, limitando a ocupação dessas áreas. Com o avanço crescente do uso do solo nos vales essa proteção está sob risco.

O estudo do traçado da rede de drenagem, feito nas bacias, teve como objetivo avaliar até que ponto uma maior densidade de canais interfere no arraste de substâncias que afetem a qualidade das águas. Concluiu-se que a cobertura vegetal e a intensidade de ocupação da área pesam mais que a densidade de drenagem. Os exemplos são o ponto P1, do rio Garcia, e P6, do rio Fortaleza. Esses estão localizados, o primeiro, onde há uma densa malha de canais e, o segundo, região de poucos tributários. No entanto, ambos exibem: águas de boa qualidade (P1) e arraste de poluentes (P6), respectivamente.

Com relação ao uso de agrotóxicos nas culturas da região, o levantamento feito permitiu concluir que culturas de morango, tomate, folhosas e outras utilizam fungicidas, inseticidas, herbicidas. No rio Garcia, na altura do ponto P2, constatou-se alguma correlação dos meses de maior aplicação desses insumos na queda da qualidade das águas. Entretanto, isso seria motivo de um estudo dirigido e com análises químicas específicas. Nas tabelas 49, 50, 51 e 52, colocadas em anexo, a título de contribuição

para pesquisas futuras, coloca-se um resumo do levantamento feito sobre as culturas e respectivos insumos utilizados.

Os pontos de melhores águas são: P1, P2, P11 e P8.

7.2.2 Recomendações

O conhecimento da magnitude da defluxão dos rios é fundamental na avaliação das cargas recebidas pelos rios. Infelizmente, essa importantíssima informação não estava disponível ainda para esse estudo. As autoridades locais deveriam se esforçar para que sejam implantadas estações fluviométricas nos tributários do Itajaí-Açú. Todo rio recebe alguma poluição, como ficou claro nesse estudo, mesmo que de forma natural. Conhecer o comportamento dos parâmetros de forma isolada, sem lhes definir a carga de contribuição, é analogamente falando, saber que um certo poluente pode causar dano ao corpo hídrico, mas não se conhecer a carga limite desse que poderá impactá-lo. Qual a sua capacidade de absorção dessa carga poluente, ou qual a sua capacidade de autodepuração?

Os resultados de cor analisados se referem à cor aparente das águas. Seria importante analisar a cor verdadeira, dissociando, portanto, a contribuição da turbidez e dos sólidos presentes na aparência das águas e estabelecendo a origem da cor apresentada.

O rio Itajaí-Açú pela importância que tem na região mereceria um estudo mais apurado quanto aos sólidos presentes. Seus níveis de ST foram bastante significativos, ou seja, a carga de sólidos transportada é grande. Pode-se deduzir, na mesma linha de raciocínio, que a quantidade de sólidos depositados em suas barragens, seu leito e seus meandros, deva igualmente ser significativa e isso chama a atenção para o processo erosivo de toda sua bacia.

A soma de solos mais expostos e maior densidade de drenagem, parece contribuir para uma condutividade maior, mas esse efeito precisa ser ainda melhor detalhado, especialmente no caso do ponto 09, do rio Itoupava.

O ponto P12 merece pelas características que demonstrou e pela sua localização especial, de drenar uma área de encontro de três substratos geológicos diferentes, estudo mais detalhado.

O rio Itajaí-Açú exibe uma capacidade de tamponamento ou autodepuração preocupante. Quando sua qualidade se altera devido ao lançamento de alguma carga poluente, na verdade a mesma deve ser muito significativa para causar tal efeito. Sob tal enfoque o monitoramento de sua qualidade deveria ser ainda mais enfatizado.

A oscilação nos teores de cloretos e outras espécies dissolvidas, observadas na extensão de um mesmo rio, mais especialmente nos rios Garcia, da Velha e Fortaleza, chama a atenção para as condições a que estão submetidas as suas populações lóticis. Seria interessante analisar a resposta da vida aquática a tais alterações. O elevado gradiente de temperatura mostrado por um mesmo rio também pode ter ação nociva ou estimulante sobre a biota local e esse é um fato que ainda merece ser mais bem avaliado.

Os indícios de que as atividades de cultivo de tomate e morango, nos meses de abril a setembro, induziram um acréscimo na carga poluidora, especialmente no ponto P2 do rio Garcia, também o efeito do plantio de milho (até a borda do rio em P9) e as áreas de pastagens, com suas aplicações de insumos e pesticidas merecem ser também melhor estudadas em relação aos efeitos ambientais.

Na região onde está o P12 existem ocorrências de minerais de Chumbo. As condições ácidas das águas superficiais ali existentes mereceriam algum estudo sobre a possibilidade da presença desse elemento dissolvido nelas.

Junto ao ponto P8 do rio Itoupava constatou-se a existência de fontes alimentadoras do rio que apresentam suspeita de hidrotermalismo de baixa entalpia (HAMZA, 1978). Esse aspecto também deveria ser mais bem avaliado até para justificar o fato desse rio mostrar águas por vezes anormalmente aquecidas. Há o caso em que as águas mostraram temperatura superior àquela do ambiente, tomada junto ao canal do rio.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION, et al. **Standard methods for examination of water**. 19. ed. Baltimore: 1995.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION, et al. **Standard methods for examination of water**. 20. ed. Baltimore: 1998.

BELTRAME, A. V. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 112 p.

BIBLIA, S. Português. **Bíblia Sagrada**. Tradução: João Ferreira de Almeida. Brasília: Sociedade Bíblica do Brasil, 1969. Salmo 65, vers. 9-13.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D., PASSOS, E. Intemperismo biológico, pedogênese, laterização, bauxitização e concentração de bens minerais. In: BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D., PASSOS, E. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1996. v.2, p.434-530.

BITTENCOURT, A. V. L. Geoquímica de Águas. Curitiba: UFPR. Curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental, abr/mai, 2000. **Notas de aula**.

BITTENCOURT, A. V. L. Geoquímica Ambiental. Curitiba: UFPR. Curso de Pós-Graduação em Geologia Ambiental, set/out, 2001. **Notas de aula**.

BITTENCOURT, A. V. L; HINDI, E. C. Tópicos de hidroquímica: Fundamentos para a compreensão da qualidade das águas naturais e avaliação da interferência antrópica. In: **Curso sudamericano sobre evaluación y vulnerabilidad de acuíferos, 3.** Asunción: Itaipú Binacional / OEA, 2001.

BLUMENAU. Prefeitura Municipal. Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano. **Perfil de Blumenau**. p.10-66, 1996.

BLUMENAU. Prefeitura Municipal. Fundação Municipal do Meio Ambiente. **Relação de atividades/empresas potencialmente poluentes de Blumenau**. 2000. Não paginado.

BOLTON. L. R.; KLEIN L. **Sewage treatment basic principles and trends**. 2.ed. Michigan: Ann Harbor Science Publishers, 1973.

BOON, P.J. Essencial elements in the case for river conservation. In BOON, P (Ed); CALOW, E.; PETTS, G.E. **River conservation and management**. New York: J. Wiley, 1991. p.11-33.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades dos solos**. 6. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1983.

BRAILE, P.M; CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1979. 764 p.

BRANCO, S. M. **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária**. São Paulo: CETESB, 1981, p.453-706.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 1469, de 29 de dezembro de 2000. Estabelece procedimentos e responsabilidade relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. **Diário Oficial da República do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001.

BRASIL. Portaria n. 36, de 19 de janeiro de 1990. Estabelece procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e a vigilância da qualidade de água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan. 2001.

BRYANT, E. **Climate process & change**. United Kingdom, Cambridge: University Press, 1977.

COITINHO, J. B. L. **Águas minerais de Santa Catarina**. Florianópolis, 2000. 215 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina.

COMITE DO RIO ITAJAÍ AÇU. **Hidrografia**. Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br/hp/bacia/hidrografia.php>> Acesso em: 20 jan. 2003.

COMITE DO RIO ITAJAÍ AÇU. **Vegetação**. Disponível em: <<http://www.comiteitajai.org.br/hp/bacia/veg.php>> Acesso em: 20 jan. 2003.

CONAMA. **Resoluções CONAMA, 1984/91**. 4. ed. Brasília: IBAMA, 1992.

CUMMINS, K. W. Catchments characteristics and river ecosystems. In BOON, P.J. (Ed.); CALOW, E.; PETTS, G.E. **River conservation and management**. New York: J. Wiley, 1991, p 125-135.

DEGRÉMONT. **Water treatment handbook**. 5.ed. Paris: Firmin-Didot, 1979.

DNPM. **Carta Metalogenética**. Florianópolis, 1983. 2 mapas: preto e branco; 120 x 110 cm. Escala 1:250.000.

DNPM. **Mapa geológico de Santa Catarina**. Florianópolis, 1986. 1 mapa: color.; 85 x 115 cm. Escala 1:500.000.

ECKENFELDER, W. W. **Industrial water pollution control**. New York: McGraw-Hill, 1989. 400 p.

EMBRAPA. **Solos das UPRs 6, 7 e 8 – Litoral Norte, região metropolitana e sul catarinense**. Florianópolis, 2001. 1 mapa: color.; 60 x 90 cm. Escala 1:500.000.

FORTESCUE, J. A. C. **Environmental geochemistry**. New York: Springer-Verlag, 1980.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de avaliação do índice de sustentabilidade para Blumenau (ISB) do ano de 2000. 2001.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de avaliação do índice de sustentabilidade para Blumenau (ISB) do ano de 2001. 2002.

FUNDAÇÃO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. Relatório de avaliação do índice de sustentabilidade para Blumenau (ISB) do ano de 2002. Em elaboração.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. 1. Qualidade de água, 2. Tratamento de água. Brasília: Editora da Assessoria de Comunicação e Educação em Saúde. 2001. 32p.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU. Instituto de Pesquisas Ambientais. Boletins meteorológicos de Blumenau. Disponível em: <<http://www.ipa.furb.br>>. Acesso em: 15 nov. 2002.

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU. Instituto de Pesquisas Ambientais. Boletins meteorológicos de Blumenau. Disponível em: <<http://www.ipa.furb.br>>. Acesso em: 26 fev. 2003.

GREGORY, K. J.; WALLING, D.F. Human activity and environment processes. New York: J. Willey, 1987. p. 207-235.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro: BCD União de Editoras, 1997. 652 p.

HAMZA, V. M. et al. Coleção brasileira de dados geotérmicos. São Paulo: IPT, 1978. 361 p. (n.1109).

HARDY, R. N. Temperatura e vida animal. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1973. p. 1-18.

HORNE, A. J.; GOLDMAN, C. R. Limnology. 2.ed. New York: McGraw Hill, 1994. 576 p.

IBGE. Região sul do Brasil. 2.ed. Rio de Janeiro, 1974. 1 mapa: color., 58 x 74 cm. Escala 1:50.000. Folha Botuverá - SG-22-Z-D-1-2.

IBGE. Carta do Brasil. Rio de Janeiro, 1991. 1 mapa: color., 58 x 75 cm. Escala 1:50.000. Folha Blumenau- SG-22-Z-B-IV-4, MI-2881-4.

IBGE. Censo demográfico 2000. Blumenau: out., 2002. Um disquete 3 ½.

IMHOFF, K. Manual de tratamento de águas residuárias. 21. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1966. 235p.

LANDSAT TM 7. Escala 1:141421. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1997. Canais 3, 4 e 5. Imagem de satélite.

MASON, B. Princípios de geoquímica. São Paulo: Polígono, 1971.

MATA atlântica do Vale do Itajaí. Disponível em : < <http://sites.uol.com.br/jmacedoc/valem.htm> > Acesso em 20 jan. 2003.

MATTEDI, M. A. Notas sobre as visões de natureza em Blumenau: mais um capítulo da trágica história do sucesso humano. **Revista de Estudos Ambientais**, Blumenau, v. 3, n. 1, p. 29-39, jan./abr., 2001.

McCAULL, J.;CROSSLAND, J. **Water pollution**. New York: Harcourt Brace Jovanovich, 1974. p. 38-59.

McGAUHEY, P. H. **Engeneering management of water quality**. New York: McGraw-Hill, 1968. 295 p.

MELLQUIST, P. River management: objetives and applications. In BOON, P; CALOW, E.; PETTS, G. E. **River conservation and management**. New York: Wiley, 1991. p 1 – 8.

MINISTÉRO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **Agro Fit 98 – CFA /DDIV/SDA – Sist. Produtos fitossanitários**. Disponível em :<http://www.agricultura.gov.br/html/agrofit.html>. Acesso em 27 mar.2001.

NAIMAN, R. J. et al. General principles of classification and the assessment of conservation potential in rivers. In BOON, P. (Ed.); CALOW, E.; PETTS, G. E. **River conservation and management**. New York: Wiley, 1991. p. 93-123.

NEWSON, M. D. River conservation and catchment management: UK perspective. In: BOON, P.; CALOW, E.; PETTS, G.E. **River conservation and management**. New York: Wiley, 1991.p. 385-396.

ODUM, H. T. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 434 p.

O'NEILL, P. **Environmental chemistry**. 2. ed. Londres: Chapman & Hall, 1993. p. 43-135.

PERELMAN, A. I. **Geochemistry of epigenesis**. New York: Plenum Press. 1967. p.147-148.

PESSOA, C. A. e JORDÃO, E.P. **Tratamento de esgotos domésticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, BNH. 1982. 535 p.

PORTO, R. Caracterização da qualidade da água. In: PORTO, R.L. et al. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/ABRH, 1991. p. 27-65 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BLUMENAU. Instituto de Pesquisas e Planejamento Urbano. **Mapa oficial urbano**. Blumenau, 2000. 1 mapa color. 200 x 85 cm. Escala 1:20.000.

PRESSER, R.F. Entrevista concedida pelo responsável do escritório regional da Empresa de Pesquisas Agropecuária e Difusão Tecnológica de Santa Catarina, Blumenau, 16 fev. 2001 e 16 mar. 2001.

PRESTES, J.R. Entrevista concedida pelo responsável do escritório regional da Empresa de Pesquisas Agropecuária e Difusão Tecnológica de Santa Catarina, Gaspar, 23 fev. 2001.

PUNDEK, M.; MOLINARI, A. J. Curso de Identificação, Uso e Manejo dos Solos da Região do Litoral de Santa Catarina. Florianópolis: Empresa Catarinense de Pesquisas Agropecuárias, 2001. 170 p. Relatório Técnico.

RAMALHO, R. S. Introduction to wastewater treatment processes. New York: Academic Press, 1977. 409 p.

RANKAMA, K. C.; SAHAMA, T. H. G. Geoquímica. Madri: Aguilar, 1954. p. 216-323.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, W. et al. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. p. 191-214.

ROSLER, H. J; LANGE, H. Geochemical tables. New York: Elsevier, 1972. 468 p.

SALLES, C.M. Rios e canais. Florianópolis: Elbert Indústrias Gráficas, 1993.v.2.

SANTA CATARINA. Decreto n.14250, de 05 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei 5.793, de 15 de novembro de 1980, referentes à proteção e melhoria da qualidade ambiental. Diário Oficial do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 09 jun.1981. p.6-40.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento Subchefia de Estatística, Geografia e Informação. Atlas Geral de Santa Catarina. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.73 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. Atlas escolar de Santa Catarina: Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1991.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina: Diagnóstico geral. Florianópolis: SEDUMA, 1997. 163 p.

SANTOS, G. F do. Análise morfométrica do vale do Garcia (Blumenau – SC). Revista de Estudos Ambientais: v.2.,n.2, p. 77-95, maio/ dez., 2000.

SANTOS, G. F do. Vale do Garcia (Blumenau-SC): episódios pluviais críticos e suas repercussões no espaço urbano. Revista de Estudos Ambientais, v.1., n. 1., p.96-117, jan./abr., 2000.

SCHUMM, S. A. The fluvial system. New York: Wiley, 1977. 338 p.

SILVA, M. R. da; SILVA, E. Teores de metais pesados e caracterização de sedimentos de superfície no Rio Itajaí-Açú e seus afluentes na região de Blumenau: um estudo preliminar. **Revista de Estudos Ambientais**, v.1., n. 2., p.93-107, mai./ago., 1999.

SUGUIO, K.; BIGARELLA, J. J. **Ambientes fluviais**. 2. ed. Florianópolis: Editora da Universidade Federal de Santa Catarina, 1990. 183 p.

SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA. Blumenau, 2002. Relatório técnico.

SKINNER, B. J.; PORTER, S. C. **The dynamic earth: an introduction physical geology**. 3. ed. New York: Wiley, 1995. 567 p.

SUCKLING, E. V. **The examinations of waters and water supplies**. 5.ed. Philadelphia: The Blakiston Company, 1945.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000. 558 p.

TOLEDO, G. C; VARGAS, J. A. **Manual para el alumbramiento de aguas subterráneas: programa de perforaciones con recursos del FIRA (Fondo de garantía para fomento para la agricultura granaderia y avicultura)**. México: [s.n], 1974.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Water quality criteria** Washington: National Academy of Sciences, U.S. Government Printing Office, 1972. 594 p.

VON HERTWIG, I. F. **Plantas aromáticas e medicinais**. .2. ed. São Paulo: Ícone , 1991. p. 7-37.

WELCOMME, R. L. River Conservation: Future Prospects. In BOON, P.; CALOW, E.; PETTS, G.E. **River conservation and management**. New York: J. Wiley, 1991. p. 453-470.

**APÊNDICE 1 – TABELAS DE CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS FÍSICOS,
QUÍMICOS E BACTERIOLÓGICOS ANALISADOS**

TABELA 32 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM COLIFORMES TOTAIS

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,55	-0,05	0,01	0,23	0,22	0,31	0,06	0,53	0,34	0,02	0,47	0,33	-0,23	-0,69	-0,02	0,06	-0,34	0,07	0,10
T_AMB	0,17	-0,06	0,13	0,11	0,21	0,16	-0,06	0,42	0,31	0,05	0,49	-0,22	-0,34	-0,63	0,15	-0,22	-0,37	0,23	0,03
CLOR	-0,26	0,43	0,01	0,41	0,10	-0,09	-0,56	0,49	-0,18	0,34	-0,53	-0,27	0,29	0,69	-0,07	0,36	0,01	-0,48	0,04
COLIF.FEC	0,93	0,52	0,84	0,00	0,95	0,23	0,59	0,89	0,09	0,72	0,77	0,51	0,33	0,66	0,35	0,58	0,59	0,62	0,57
COR	-0,15	-0,15	0,57	0,30	-0,33	-0,07	-0,08	-0,17	0,07	0,26	0,76	0,50	0,21	0,13	0,33	0,08	0,10	-0,02	0,13
DBO	-0,03	0,12	0,35	0,48	-0,19	-0,29	-0,37	-0,41	0,22	0,29	0,07	0,18	-0,51	0,30	0,21	-0,10	-0,16	-0,06	0,00
DQO	0,16	0,02	0,20	0,67	0,25	-0,14	-0,30	-0,09	-0,06	0,37	0,52	-0,37	-0,52	-0,24	0,18	-0,35	-0,01	0,04	0,02
PT	0,00	0,21	0,14	0,52	-0,19	-0,14	-0,05	0,00	-0,13	0,26	0,00	0,00	-0,46	-0,34	0,00	0,00	-0,09	0,31	0,00
NT	0,96	0,31	-0,19	0,42	0,37	-0,76	0,16	0,12	-0,29	0,09	-0,32	-0,74	-0,49	-0,33	-0,60	0,43	0,40	-0,29	-0,04
OD	-0,61	-0,25	-0,16	0,37	-0,18	0,45	0,02	-0,62	-0,41	-0,01	-0,56	-0,35	0,28	0,18	-0,35	-0,30	0,43	-0,28	-0,13
pH	-0,21	0,15	-0,12	-0,03	-0,06	-0,29	-0,46	0,02	-0,04	-0,14	-0,45	-0,75	0,46	0,31	-0,24	0,29	-0,03	0,03	-0,09
ST	0,32	0,25	-0,08	0,07	0,19	0,04	-0,35	0,32	-0,27	-0,34	-0,35	0,43	0,30	0,23	0,38	-0,19	-0,25	-0,75	0,00
TURB	0,22	0,40	0,78	0,49	-0,19	-0,23	-0,16	-0,22	-0,08	0,15	0,78	0,22	0,28	0,15	0,41	0,05	0,44	-0,02	0,19
CONDU	-0,18	0,50	0,02	0,39	0,33	-0,45	-0,07	0,09	-0,03	0,10	-0,36	0,05	-0,25	0,09	-0,72	0,30	-0,15	-0,62	-0,05

TABELA 33 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A COR

PARÂM. \ PONTOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	-0,03	0,38	0,30	0,01	0,00	-0,10	0,36	0,10	0,44	0,12	0,44	0,00	-0,20	0,49	0,16	0,25	0,45	0,44	0,20
T_AMB	-0,13	0,34	0,41	0,05	0,19	0,00	0,43	0,20	0,46	0,24	0,37	-0,50	-0,40	0,63	0,22	0,18	0,43	0,43	0,20
CLOR	0,93	-0,10	0,04	-0,20	0,00	-0,40	-0,30	0,40	0,04	0,00	-0,60	-0,30	-0,50	0,71	-0,50	-0,30	-0,60	0,00	-0,09
COLIF.FEC	-0,18	0,12	0,39	0,18	-0,20	0,01	0,30	-0,30	0,36	0,32	0,45	0,81	0,61	0,39	-0,60	-0,30	-0,20	0,07	0,13
COLIF.TOT	-0,15	-0,10	0,57	0,30	-0,30	-0,10	-0,10	-0,20	0,07	0,26	0,76	0,50	0,21	0,13	0,33	0,08	0,10	0,00	0,13
DBO	-0,03	-0,10	-0,10	0,35	0,73	0,48	0,20	0,55	-0,20	0,58	0,01	0,03	-0,20	-0,20	0,09	0,34	-0,40	-0,40	0,10
DQO	-0,18	-0,10	-0,30	0,37	0,33	0,34	0,41	0,30	0,08	0,68	0,47	0,16	0,01	0,12	0,03	0,14	-0,30	-0,20	0,13
PT	0,00	-0,10	-0,10	0,46	0,11	0,49	-0,10	0,00	0,50	0,40	0,00	0,00	-0,50	-0,60	0,00	0,00	-0,10	0,01	0,04
NT	-0,27	-0,10	-0,50	0,25	0,17	0,18	-0,30	-0,30	0,41	-0,20	-0,30	-0,40	-0,40	0,32	0,03	0,03	-0,10	0,36	-0,06
OD	-0,10	-0,30	-0,30	0,17	0,06	-0,10	0,37	0,10	-0,60	-0,40	-0,70	-0,20	0,00	-0,20	-0,60	-0,50	-0,50	-0,40	-0,23
pH	0,67	0,06	-0,10	0,25	0,19	0,06	-0,20	-0,10	-0,30	-0,40	-0,80	-0,70	-0,60	-0,30	0,27	0,00	0,05	-0,40	-0,12
ST	-0,89	-0,30	-0,40	0,07	-0,10	0,30	0,00	0,13	0,12	0,16	0,01	-0,20	0,00	0,34	0,68	0,53	-0,10	0,41	0,04
TURB	0,37	0,67	0,70	0,73	0,95	0,95	0,98	0,75	0,91	0,90	0,76	0,81	0,99	0,78	0,95	0,97	0,84	0,94	0,83
CONDU	0,45	-0,10	-0,10	0,00	-0,40	0,00	-0,60	-0,20	0,00	-0,50	-0,80	0,53	-0,70	0,52	-0,80	-0,50	-0,60	-0,30	-0,22

TABELA 34 – CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM CLORETOS

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	-0,05	0,37	0,28	-0,15	-0,46	-0,23	-0,42	0,07	0,05	-0,50	-0,57	-0,91	-0,54	-0,11	0,08	0,15	-0,63	-0,43	-0,22
T_AMB	-0,19	0,30	0,12	-0,28	-0,53	0,06	-0,39	-0,03	-0,08	-0,48	-0,53	-0,46	-0,22	-0,04	0,22	-0,17	-0,55	-0,34	-0,20
COLIF_FE	-0,36	0,40	-0,18	0,24	0,17	0,00	-0,48	0,39	0,17	0,23	-0,23	0,28	-0,13	0,50	0,08	0,40	-0,09	-0,44	0,05
COLIF_T	-0,26	0,43	0,01	0,41	0,10	-0,09	-0,56	0,49	-0,18	0,34	-0,53	-0,27	0,29	0,69	-0,07	0,36	0,01	-0,48	0,04
COR	0,93	-0,12	0,04	-0,16	-0,01	-0,42	-0,32	0,40	0,04	-0,03	-0,60	-0,25	-0,47	0,71	-0,45	-0,28	-0,63	-0,02	-0,09
DBO	-0,31	-0,23	0,13	0,15	-0,18	-0,09	0,10	-0,23	-0,28	-0,25	-0,26	-0,68	0,38	-0,01	0,37	-0,30	-0,14	-0,16	-0,11
DQO	-0,50	-0,07	0,26	0,27	-0,52	-0,05	0,21	-0,21	-0,18	-0,12	-0,60	-0,49	-0,25	-0,23	0,52	-0,15	-0,42	-0,41	-0,16
PT	0,00	-0,02	0,46	0,43	-0,78	-0,01	0,04	0,00	0,61	0,40	0,00	0,00	0,25	-0,37	0,00	0,00	-0,42	-0,34	0,02
NT	-0,36	0,29	0,28	0,40	-0,35	0,42	0,17	-0,27	0,38	0,06	-0,16	0,19	0,24	-0,27	-0,21	-0,05	-0,20	-0,01	0,03
OD	-0,01	-0,12	-0,10	0,00	0,02	-0,18	-0,21	-0,11	-0,36	-0,04	0,38	0,51	0,15	0,24	0,16	0,16	0,63	0,42	0,08
pH	0,85	0,25	-0,71	-0,09	-0,34	-0,30	0,61	-0,24	-0,45	0,21	0,75	0,64	0,45	-0,13	-0,26	-0,39	-0,01	-0,16	0,04
ST	-0,81	0,59	0,38	-0,01	-0,20	0,05	0,16	0,52	0,38	-0,05	0,23	0,32	-0,44	0,33	-0,09	-0,12	0,31	0,44	0,11
TURB	0,38	0,02	0,13	-0,16	0,05	-0,49	-0,28	0,23	0,27	-0,04	-0,41	-0,55	-0,44	0,56	-0,46	-0,29	-0,64	-0,06	-0,12
CONDU	0,38	0,14	0,92	0,91	0,42	0,42	0,26	0,53	0,55	0,76	0,50	0,10	-0,16	0,21	0,23	0,64	0,92	0,93	0,48

TABELA 35 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM COLI FECAL

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,72	0,19	-0,36	-0,09	0,24	0,15	0,25	0,28	-0,17	0,17	0,24	-0,50	0,21	-0,10	-0,52	0,10	-0,44	0,12	0,03
T_AMB	0,47	0,20	-0,23	0,06	0,21	0,43	0,10	0,20	-0,18	0,17	0,12	-0,85	0,26	-0,14	-0,47	-0,11	-0,47	0,28	0,00
CLOR	-0,36	0,40	-0,18	0,24	0,17	0,00	-0,48	0,39	0,17	0,23	-0,23	0,28	-0,13	0,50	0,08	0,40	-0,09	-0,44	0,05
COLIF_T	0,93	0,52	0,84	0,00	0,95	0,23	0,59	0,89	0,09	0,72	0,77	0,51	0,33	0,66	0,35	0,58	0,59	0,62	0,57
COR	-0,18	0,12	0,39	0,18	-0,22	0,01	0,30	-0,30	0,36	0,32	0,45	0,81	0,61	0,39	-0,57	-0,26	-0,23	0,07	0,13
DBO	0,17	0,06	0,09	-0,03	-0,11	-0,04	-0,17	-0,52	-0,48	0,06	-0,11	-0,46	0,28	-0,05	0,25	-0,13	0,06	-0,32	-0,08
DQO	0,37	-0,13	-0,04	-0,16	0,18	0,19	0,03	-0,12	-0,52	0,08	0,19	-0,36	0,36	-0,14	0,15	-0,04	0,33	-0,24	0,01
PT	0,00	-0,06	0,03	0,09	-0,28	0,61	0,01	0,00	0,23	0,53	0,00	0,00	0,19	-0,39	0,00	0,00	0,16	0,04	0,10
NT	0,95	-0,12	-0,11	-0,17	0,42	-0,31	0,13	0,31	-0,14	0,46	-0,17	-0,51	0,25	0,30	-0,33	0,00	0,44	-0,45	0,05
OD	-0,76	-0,27	-0,10	-0,02	-0,27	0,04	0,35	-0,39	-0,20	-0,33	-0,26	0,22	-0,65	-0,34	0,53	-0,17	0,44	-0,39	-0,14
pH	-0,32	0,36	0,16	-0,31	-0,06	0,56	-0,49	-0,19	-0,22	-0,35	-0,02	-0,29	0,18	-0,12	0,12	0,11	0,30	0,48	-0,01
ST	0,35	-0,09	0,08	-0,37	0,08	-0,14	-0,09	0,39	0,48	0,10	-0,33	-0,04	0,37	0,33	-0,69	-0,35	-0,05	-0,39	-0,02
TURB	0,39	0,52	0,69	0,04	-0,16	-0,02	0,30	-0,27	0,25	0,28	0,83	0,49	0,68	0,35	-0,50	-0,21	0,07	0,03	0,21
CONDU	-0,40	0,22	-0,14	0,16	0,36	0,03	0,07	0,09	0,48	0,11	0,12	0,35	-0,21	0,52	0,27	0,34	-0,15	-0,49	0,10

TABELA 36 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM OD

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MEDIA
T_AG	-0,95	-0,50	-0,40	-0,10	-0,80	0,00	-0,20	-0,90	-0,80	-0,60	-0,40	-0,70	-0,60	-0,40	-0,40	-0,60	-0,90	-0,90	-0,56
T_AMB	-0,89	-0,50	-0,40	0,06	-0,70	0,07	0,00	-0,80	-0,60	-0,60	-0,40	-0,70	-0,70	-0,50	-0,60	-0,60	-0,90	-0,90	-0,53
CLOR	-0,01	-0,10	-0,10	0,00	0,02	-0,20	-0,20	-0,10	-0,40	0,00	0,38	0,51	0,15	0,24	0,16	0,16	0,63	0,42	0,08
COLIF_FE	-0,76	-0,30	-0,10	0,00	-0,30	0,04	0,35	-0,40	-0,20	-0,30	-0,30	0,22	-0,60	-0,30	0,53	-0,20	0,44	-0,40	-0,14
COLIF_T	-0,61	-0,20	-0,20	0,37	-0,20	0,45	0,02	-0,60	-0,40	0,00	-0,60	-0,30	0,28	0,18	-0,30	-0,30	0,43	-0,30	-0,13
COR	-0,10	-0,30	-0,30	0,17	0,06	-0,10	0,37	0,10	-0,60	-0,40	-0,70	-0,20	0,00	-0,20	-0,60	-0,50	-0,50	-0,40	-0,23
DBO	0,17	0,34	0,26	0,47	0,51	0,53	0,00	0,34	0,44	0,01	0,00	-0,90	-0,70	-0,40	0,26	-0,20	0,26	0,29	0,09
DQO	-0,01	0,26	0,37	0,42	0,28	0,65	0,43	0,32	0,25	-0,10	-0,40	-0,60	-0,60	-0,70	0,12	-0,40	0,10	0,11	0,03
PT	0,00	0,40	0,08	0,14	0,09	0,21	0,09	0,00	-0,20	-0,40	0,00	0,00	-0,80	0,63	0,00	0,00	0,07	0,48	0,07
NT	-0,74	0,00	-0,10	0,30	-0,10	-0,70	-0,20	-0,30	-0,20	0,15	0,05	-0,30	-0,80	-0,80	0,41	0,22	0,53	0,09	-0,14
pH	-0,21	0,18	0,58	-0,10	0,43	0,08	0,02	-0,20	0,45	0,41	0,46	0,77	-0,30	0,00	0,44	0,11	-0,10	0,14	0,18
ST	-0,04	-0,10	-0,20	-0,30	0,00	0,56	0,00	0,33	-0,10	-0,20	0,19	-0,50	-0,50	-0,20	-0,80	-0,40	0,07	-0,10	-0,13
TURB	-0,87	-0,60	-0,40	0,21	0,20	-0,30	0,36	0,00	-0,60	-0,40	-0,50	0,06	-0,10	0,04	-0,70	-0,60	-0,40	-0,40	-0,29
CONDU	0,70	0,27	-0,20	0,00	-0,60	-0,90	-0,50	0,15	-0,30	0,17	0,55	-0,60	-0,40	-0,70	0,79	0,42	0,58	0,41	-0,01

TABELA 37 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM CONDUTIVIDADE

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	-0,80	-0,50	0,26	-0,20	0,40	0,16	-0,10	-0,30	-0,10	-0,40	-0,40	-0,20	0,72	0,48	-0,10	0,00	-0,60	-0,40	-0,12
T_AMB	-0,80	-0,60	0,07	-0,30	0,21	0,18	-0,30	-0,60	-0,40	-0,50	-0,40	0,08	0,65	0,34	-0,30	-0,30	-0,60	-0,40	-0,22
CLOR	0,38	0,14	0,92	0,91	0,42	0,42	0,26	0,53	0,55	0,76	0,50	0,10	-0,20	0,21	0,23	0,64	0,92	0,93	0,48
COLIF_FE	-0,40	0,22	-0,10	0,16	0,36	0,03	0,07	0,09	0,48	0,11	0,12	0,35	-0,20	0,52	0,27	0,34	-0,10	-0,50	0,10
COLIF_T	-0,20	0,50	0,02	0,39	0,33	-0,40	-0,10	0,09	0,00	0,10	-0,40	0,05	-0,20	0,09	-0,70	0,30	-0,10	-0,60	-0,05
COR	0,45	-0,10	-0,10	0,00	-0,40	0,00	-0,60	-0,20	0,00	-0,50	-0,80	0,53	-0,70	0,52	-0,80	-0,50	-0,60	-0,30	-0,22
DBO	0,22	-0,10	0,10	0,12	-0,40	-0,40	-0,30	-0,40	-0,80	-0,50	0,10	0,39	0,08	0,29	0,02	-0,10	-0,20	-0,10	-0,11
DQO	0,08	-0,20	0,29	0,22	-0,20	-0,50	-0,60	-0,40	-0,70	-0,40	-0,30	0,58	0,18	0,35	0,00	-0,10	-0,40	-0,40	-0,13
PT	0,00	0,11	0,66	0,55	-0,40	0,00	0,40	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,57	-0,70	0,00	0,00	-0,30	-0,40	0,04
NT	-0,40	0,33	0,46	0,50	-0,30	0,79	0,56	-0,10	-0,20	0,22	0,15	0,49	0,47	0,35	0,56	0,29	-0,30	-0,10	0,21
OD	0,70	0,27	-0,20	0,00	-0,60	-0,90	-0,50	0,15	-0,30	0,17	0,55	-0,60	-0,40	-0,70	0,79	0,42	0,58	0,41	-0,01
pH	0,01	0,32	-0,70	-0,10	-0,50	-0,30	0,00	-0,20	-0,50	0,19	0,79	-0,50	0,59	-0,10	0,13	-0,20	0,10	0,00	-0,05
ST	-0,50	0,23	0,65	0,31	-0,20	-0,30	0,35	0,27	0,43	0,02	-0,30	0,29	0,60	0,76	-0,70	-0,20	0,36	0,48	0,15
TURB	-0,60	0,00	0,14	-0,20	-0,40	0,14	-0,50	-0,10	0,10	-0,60	-0,30	0,10	-0,60	0,21	-0,90	-0,60	-0,60	-0,30	-0,28

TABELA 38 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM DBO

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	-0,15	0,00	0,04	0,21	-0,30	-0,40	0,33	-0,10	0,00	0,08	0,23	0,81	0,10	-0,40	0,22	0,11	0,00	-0,10	0,03
T_AMB	0,25	0,04	0,05	0,18	-0,10	-0,10	0,29	0,01	0,16	0,29	0,35	0,84	0,50	-0,20	0,31	0,15	-0,10	-0,20	0,15
CLOR	-0,31	-0,20	0,13	0,15	-0,20	-0,10	0,10	-0,20	-0,30	-0,20	-0,30	-0,70	0,38	0,00	0,37	-0,30	-0,10	-0,20	-0,11
COLIF_FE	0,17	0,06	0,09	0,00	-0,10	0,00	-0,20	-0,50	-0,50	0,06	-0,10	-0,50	0,28	-0,10	0,25	-0,10	0,06	-0,30	-0,08
COLIF_T	-0,03	0,12	0,35	0,48	-0,20	-0,30	-0,40	-0,40	0,22	0,29	0,07	0,18	-0,50	0,30	0,21	-0,10	-0,20	-0,10	0,00
COR	-0,03	-0,10	-0,10	0,35	0,73	0,48	0,20	0,55	-0,20	0,58	0,01	0,03	-0,20	-0,20	0,09	0,34	-0,40	-0,40	0,10
DQO	0,93	0,91	0,84	0,85	0,72	0,95	0,79	0,74	0,75	0,90	0,80	0,74	0,65	0,70	0,95	0,67	0,83	0,87	0,81
PT	0,00	0,70	0,47	0,42	0,34	0,66	-0,30	0,00	0,17	-0,10	0,00	0,00	0,81	-0,60	0,00	0,00	0,79	0,40	0,32
NT	-0,12	0,06	0,14	0,71	0,15	0,12	-0,20	-0,40	0,32	-0,20	0,22	0,36	0,88	-0,20	-0,10	-0,30	0,57	0,04	0,12
OD	0,17	0,34	0,26	0,47	0,51	0,53	0,00	0,34	0,44	0,01	0,00	-0,90	-0,70	-0,40	0,26	-0,20	0,26	0,29	0,09
pH	-0,73	-0,40	-0,10	-0,40	0,57	0,23	0,08	0,13	0,26	-0,10	-0,10	-0,70	0,15	0,40	0,16	0,17	-0,60	-0,40	-0,08
ST	0,11	-0,50	0,05	-0,30	-0,40	0,75	0,04	-0,20	-0,40	-0,30	-0,20	0,30	-0,30	0,11	0,00	0,41	-0,50	-0,30	-0,09
TURB	-0,29	0,07	0,20	0,46	0,73	0,32	0,20	0,47	-0,20	0,35	-0,30	0,00	-0,20	-0,30	0,09	0,29	-0,50	-0,50	0,05
CONDU	0,22	-0,10	0,10	0,12	-0,40	-0,40	-0,30	-0,40	-0,80	-0,50	0,10	0,39	0,08	0,29	0,02	-0,10	-0,20	-0,10	-0,11

TABELA 39 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM DQO

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	-0,04	0,08	0,18	0,04	0,07	-0,30	0,23	-0,30	0,17	0,17	0,69	0,41	0,51	0,12	0,37	0,50	0,06	0,03	0,17
T_AMB	0,25	0,12	0,09	0,00	0,29	0,11	0,26	-0,20	0,28	0,28	0,76	0,63	0,78	0,46	0,49	0,44	0,00	0,00	0,28
CLOR	-0,50	-0,10	0,26	0,27	-0,50	0,00	0,21	-0,20	-0,20	-0,20	-0,60	-0,50	-0,20	-0,20	0,52	-0,20	-0,40	-0,40	-0,17
COLIF_FE	0,37	-0,10	0,00	-0,20	0,18	0,19	0,03	-0,10	-0,50	-0,50	0,19	-0,40	0,36	-0,10	0,15	0,00	0,33	-0,20	-0,03
COLIF_T	0,16	0,02	0,20	0,67	0,25	-0,10	-0,30	-0,10	-0,10	-0,10	0,52	-0,40	-0,50	-0,20	0,18	-0,30	0,00	0,04	-0,01
COR	-0,18	-0,10	-0,30	0,37	0,33	0,34	0,41	0,30	0,08	0,08	0,47	0,16	0,01	0,12	0,03	0,14	-0,30	-0,20	0,10
DBO	0,93	0,91	0,84	0,85	0,72	0,95	0,79	0,74	0,75	0,75	0,80	0,74	0,65	0,70	0,95	0,67	0,83	0,87	0,80
PT	0,00	0,70	0,64	0,45	0,67	0,77	-0,40	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00	0,59	-0,60	0,00	0,00	0,83	0,49	0,38
NT	0,12	0,31	0,21	0,64	0,33	0,00	-0,20	-0,10	0,53	0,53	0,25	0,70	0,67	0,45	-0,20	-0,60	0,65	0,07	0,24
OD	-0,01	0,26	0,37	0,42	0,28	0,65	0,43	0,32	0,25	0,25	-0,40	-0,60	-0,60	-0,70	0,12	-0,40	0,10	0,11	0,05
pH	-0,81	-0,50	-0,20	-0,10	0,62	0,25	0,25	0,06	-0,10	-0,10	-0,50	-0,30	0,01	0,03	0,00	-0,30	-0,20	-0,40	-0,13
ST	0,17	-0,40	0,22	-0,30	-0,30	0,79	-0,10	0,10	-0,30	-0,30	-0,10	-0,20	-0,10	-0,20	0,05	0,55	-0,30	-0,30	-0,05
TURB	-0,25	0,01	0,00	0,56	0,42	0,15	0,41	0,26	0,09	0,09	0,13	0,22	0,03	-0,10	0,08	0,19	-0,20	-0,30	0,10
CONDU	0,08	-0,20	0,29	0,22	-0,20	-0,50	-0,60	-0,40	-0,70	-0,70	-0,30	0,58	0,18	0,35	0,00	-0,10	-0,40	-0,40	-0,15

TABELA 40 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM FÓSFORO TOTAL

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,00	-0,30	0,11	-0,20	0,19	0,00	-0,50	0,00	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,18	-0,40	-0,07
T_AMB	0,00	-0,30	0,00	-0,20	0,41	0,37	-0,50	0,00	0,09	-0,20	0,00	0,00	0,64	-0,30	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,03
CLOR	0,00	0,00	0,46	0,43	-0,80	0,00	0,04	0,00	0,81	0,40	0,00	0,00	0,25	-0,40	0,00	0,00	-0,40	-0,30	0,02
COLIF_FE	0,00	-0,10	0,03	0,09	-0,30	0,61	0,01	0,00	0,23	0,53	0,00	0,00	0,19	-0,40	0,00	0,00	0,16	0,04	0,10
COLIF_T	0,00	0,21	0,14	0,52	-0,20	-0,10	0,00	0,00	-0,10	0,26	0,00	0,00	-0,50	-0,30	0,00	0,00	-0,10	0,31	0,00
COR	0,00	-0,10	-0,10	0,46	0,11	0,49	-0,10	0,00	0,50	0,40	0,00	0,00	-0,50	-0,60	0,00	0,00	-0,10	0,01	0,04
DBO	0,00	0,70	0,47	0,42	0,34	0,66	-0,30	0,00	0,17	-0,10	0,00	0,00	0,81	-0,60	0,00	0,00	0,79	0,40	0,32
DQO	0,00	0,70	0,64	0,45	0,67	0,77	-0,40	0,00	0,20	0,02	0,00	0,00	0,59	-0,60	0,00	0,00	0,83	0,49	0,37
NT	0,00	0,46	0,25	0,75	0,33	0,14	0,57	0,00	0,67	0,10	0,00	0,00	0,99	-0,40	0,00	0,00	0,40	0,18	0,37
OD	0,00	0,40	0,08	0,14	0,09	0,21	0,09	0,00	-0,20	-0,40	0,00	0,00	-0,80	0,63	0,00	0,00	0,07	0,48	0,07
pH	0,00	0,16	-0,40	-0,10	0,58	0,34	0,07	0,00	-0,30	-0,10	0,00	0,00	0,48	-0,30	0,00	0,00	-0,40	0,11	0,01
ST	0,00	-0,30	0,63	0,17	-0,30	0,50	0,40	0,00	0,14	0,11	0,00	0,00	0,07	-0,40	0,00	0,00	-0,30	-0,50	0,03
TURB	0,00	0,00	0,27	0,58	0,12	0,35	-0,10	0,00	0,67	0,58	0,00	0,00	-0,40	-0,40	0,00	0,00	-0,10	-0,10	0,12
CONDU	0,00	0,11	0,66	0,55	-0,40	0,00	0,40	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,57	-0,70	0,00	0,00	-0,30	-0,40	0,04

TABELA 41 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM NITROGÊNIO TOTAL

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,69	-0,40	0,00	-0,10	0,19	-0,10	-0,40	0,02	0,28	-0,10	0,48	-0,10	0,33	0,45	0,02	-0,40	-0,40	0,31	0,04
T_AMB	0,32	-0,50	-0,20	-0,20	0,27	0,00	-0,50	0,06	0,35	-0,20	0,43	0,58	0,65	0,67	-0,20	-0,40	-0,40	0,18	0,06
CLOR	-0,36	0,29	0,28	0,40	-0,30	0,42	0,17	-0,30	0,38	0,06	-0,20	0,19	0,24	-0,30	-0,20	-0,10	-0,20	0,00	0,03
COLIF_FE	0,95	-0,10	-0,10	-0,20	0,42	-0,30	0,13	0,31	-0,10	0,46	-0,20	-0,50	0,25	0,30	-0,30	0,00	0,44	-0,40	0,05
COLIF_T	0,96	0,31	-0,20	0,42	0,37	-0,80	0,16	0,12	-0,30	0,09	-0,30	-0,70	-0,50	-0,30	-0,60	0,43	0,40	-0,30	-0,04
COR	-0,27	-0,10	-0,50	0,25	0,17	0,18	-0,30	-0,30	0,41	-0,20	-0,30	-0,40	-0,40	0,32	0,03	0,03	-0,10	0,36	-0,06
DBO	-0,12	0,06	0,14	0,71	0,15	0,12	-0,20	-0,40	0,32	-0,20	0,22	0,36	0,88	-0,20	-0,10	-0,30	0,57	0,04	0,12
DQO	0,12	0,31	0,21	0,64	0,33	0,00	-0,20	-0,10	0,53	-0,50	0,25	0,70	0,67	0,45	-0,20	-0,60	0,65	0,07	0,18
PT	0,00	0,46	0,25	0,75	0,33	0,14	0,57	0,00	0,67	0,10	0,00	0,00	0,99	-0,40	0,00	0,00	0,40	0,18	0,37
OD	-0,74	0,00	-0,10	0,30	-0,10	-0,70	-0,20	-0,30	-0,20	0,15	0,05	-0,30	-0,80	-0,80	0,41	0,22	0,53	0,09	-0,14
pH	-0,19	0,12	-0,30	-0,20	0,33	-0,30	0,08	0,01	-0,30	0,04	0,25	0,28	0,40	-0,10	0,32	0,12	-0,10	-0,10	0,02
ST	0,40	0,13	0,62	0,13	0,00	0,10	0,30	-0,40	-0,10	0,57	0,23	0,09	0,00	-0,20	0,00	-0,10	-0,30	0,57	0,11
TURB	0,35	-0,10	-0,20	0,37	0,14	0,30	-0,20	-0,30	0,51	-0,10	-0,30	-0,40	-0,30	0,16	-0,20	-0,10	0,01	0,46	0
CONDU	-0,42	0,33	0,46	0,50	-0,30	0,79	0,56	-0,10	-0,20	0,22	0,15	0,49	0,47	0,35	0,56	0,29	-0,30	-0,10	0,21

TABELA 42- CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM SÓLIDOS TOTAIS

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,24	0,13	-0,10	0,09	0,25	0,01	-0,40	-0,30	-0,10	0,12	0,31	0,05	0,75	0,30	0,66	0,56	-0,20	0,29	0,15
T_AMB	0,35	0,05	-0,40	-0,10	0,12	0,24	-0,50	-0,30	-0,10	0,00	0,16	0,30	0,45	0,00	0,70	0,43	-0,10	0,21	0,08
CLOR	-0,81	0,59	0,38	0,00	-0,20	0,05	0,16	0,52	0,38	0,00	0,23	0,32	-0,40	0,33	-0,10	-0,10	0,31	0,44	0,11
COLIF_FE	0,35	-0,10	0,08	-0,40	0,08	-0,10	-0,10	0,39	0,48	0,10	-0,30	0,00	0,37	0,33	-0,70	-0,40	-0,10	-0,40	-0,02
COLIF_T	0,32	0,25	-0,10	0,07	0,19	0,04	-0,40	0,32	-0,30	-0,30	-0,30	0,43	0,30	0,23	0,38	-0,20	-0,30	-0,70	0,00
COR	-0,89	-0,30	-0,40	0,07	-0,10	0,30	0,00	0,13	0,12	0,16	0,01	-0,20	0,00	0,34	0,68	0,53	-0,10	0,41	0,04
DBO	0,11	-0,50	0,05	-0,30	-0,40	0,75	0,04	-0,20	-0,40	-0,30	-0,20	0,30	-0,30	0,11	0,00	0,41	-0,50	-0,30	-0,09
DQO	0,17	-0,40	0,22	-0,30	-0,30	0,79	-0,10	0,10	-0,30	-0,30	-0,10	-0,20	-0,10	-0,20	0,05	0,55	-0,30	-0,30	-0,05
PT	0,00	-0,30	0,63	0,17	-0,30	0,50	0,40	0,00	0,14	0,11	0,00	0,00	0,07	-0,40	0,00	0,00	-0,30	-0,50	0,03
NT	0,40	0,13	0,62	0,13	0,00	0,10	0,30	-0,40	-0,10	0,57	0,23	0,09	0,00	-0,20	0,00	-0,10	-0,30	0,57	0,11
OD	-0,04	-0,10	-0,20	-0,30	0,00	0,56	0,00	0,33	-0,10	-0,20	0,19	-0,50	-0,50	-0,20	-0,80	-0,40	0,07	-0,10	-0,13
pH	-0,64	0,13	-0,20	0,29	-0,60	-0,40	0,09	0,04	-0,50	-0,20	-0,10	-0,20	0,48	0,19	-0,50	-0,20	0,52	-0,10	-0,10
TURB	-0,20	-0,30	0,00	-0,10	-0,10	0,14	0,02	-0,20	0,21	0,21	-0,30	-0,70	0,05	0,11	0,69	0,45	-0,10	0,48	0,02
CONDU	-0,50	0,23	0,65	0,31	-0,20	-0,30	0,35	0,27	0,43	0,02	-0,30	0,29	0,60	0,76	-0,70	-0,20	0,36	0,48	0,15

TABELA 43- CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A TURBIDEZ

PARÂM. \ PONTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,87	0,52	0,07	-0,10	-0,10	0,00	0,34	0,05	0,40	0,11	0,18	0,17	-0,20	0,23	0,25	0,32	0,29	0,50	0,21
T_AMB	0,71	0,51	0,18	0,00	0,12	-0,10	0,40	0,14	0,38	0,16	0,05	-0,40	-0,30	0,36	0,36	0,26	0,25	0,50	0,20
CLOR	0,38	0,02	0,13	-0,20	0,05	-0,50	-0,30	0,23	0,27	0,00	-0,40	-0,60	-0,40	0,56	-0,50	-0,30	-0,60	-0,10	-0,12
COLIF_FE	0,39	0,52	0,69	0,04	-0,20	0,00	0,30	-0,30	0,25	0,28	0,83	0,49	0,68	0,35	-0,50	-0,20	0,07	0,03	0,21
COLIF_T	0,22	0,40	0,78	0,49	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,10	0,15	0,78	0,22	0,28	0,15	0,41	0,05	0,44	0,00	0,19
COR	0,37	0,67	0,70	0,73	0,95	0,95	0,98	0,75	0,91	0,90	0,76	0,81	0,99	0,78	0,95	0,97	0,84	0,94	0,83
DBO	-0,30	0,07	0,20	0,46	0,73	0,32	0,20	0,47	-0,20	0,35	-0,30	0,00	-0,20	-0,30	0,09	0,29	-0,50	-0,50	0,05
DQO	-0,30	0,01	0,00	0,56	0,42	0,15	0,41	0,26	0,09	0,43	0,13	0,22	0,03	-0,10	0,08	0,19	-0,20	-0,30	0,12
PT	0,00	0,00	0,27	0,58	0,12	0,35	-0,10	0,00	0,67	0,58	0,00	0,00	-0,40	-0,40	0,00	0,00	-0,10	-0,10	0,12
NT	0,35	-0,10	-0,20	0,37	0,14	0,30	-0,20	-0,30	0,51	-0,10	-0,30	-0,40	-0,30	0,16	-0,20	-0,10	0,01	0,46	0,00
OD	-0,90	-0,60	-0,40	0,21	0,20	-0,30	0,36	0,00	-0,60	-0,40	-0,50	0,06	-0,10	0,04	-0,70	-0,60	-0,40	-0,40	-0,29
pH	0,55	0,00	-0,30	0,31	0,23	0,10	-0,10	-0,30	-0,40	-0,50	-0,40	-0,50	-0,40	-0,30	0,11	0,00	0,11	-0,30	-0,11
ST	-0,20	-0,30	0,00	-0,10	-0,10	0,14	0,02	-0,20	0,21	0,21	-0,30	-0,70	0,05	0,11	0,69	0,45	-0,10	0,48	0,02
CONDU	-0,60	0,00	0,14	-0,20	-0,40	0,14	-0,50	-0,10	0,10	-0,60	-0,30	0,10	-0,60	0,21	-0,90	-0,60	-0,60	-0,30	-0,28

TABELA 44 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A TEMPERATURA DA ÁGUA

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AMB	0,83	0,97	0,94	0,93	0,92	0,85	0,95	0,95	0,93	0,94	0,93	0,70	0,88	0,83	0,93	0,82	0,95	0,93	0,90
CLOR	-0,05	0,37	0,26	-0,10	-0,50	-0,20	-0,40	-0,40	0,05	-0,50	-0,60	-0,90	-0,50	-0,10	0,08	0,15	-0,60	-0,40	-0,25
COLIF_FE	0,72	0,19	-0,40	-0,10	0,24	0,15	0,25	0,25	-0,20	0,17	0,24	-0,50	0,21	-0,10	-0,50	0,10	-0,40	0,12	0,02
COLIF_T	0,55	-0,10	0,01	0,23	0,22	0,31	0,06	0,06	0,34	0,02	0,47	0,33	-0,20	-0,70	0,00	0,06	-0,30	0,07	0,08
COR	-0,03	0,38	0,30	0,01	0,00	-0,10	0,36	0,36	0,44	0,12	0,44	0,00	-0,20	0,49	0,16	0,25	0,45	0,44	0,21
DBO	-0,15	0,00	0,04	0,21	-0,30	-0,40	0,33	0,33	0,00	0,08	0,23	0,81	0,10	-0,40	0,22	0,11	0,00	-0,10	0,05
DQO	-0,04	0,08	0,18	0,04	0,07	-0,30	0,23	0,23	0,17	0,16	0,69	0,41	0,51	0,12	0,37	0,50	0,06	0,03	0,20
PT	0,00	-0,30	0,11	-0,20	0,19	0,00	-0,50	-0,50	0,00	-0,20	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,18	-0,40	-0,10
NT	0,69	-0,40	0,00	-0,10	0,19	-0,10	-0,40	-0,40	0,28	-0,10	0,48	-0,10	0,33	0,45	0,02	-0,40	-0,40	0,31	0,02
OD	-0,95	-0,50	-0,40	-0,10	-0,80	0,00	-0,20	-0,20	-0,80	-0,60	-0,40	-0,70	-0,60	-0,40	-0,40	-0,60	-0,90	-0,90	-0,53
pH	0,16	-0,40	-0,60	-0,20	-0,40	-0,40	-0,50	-0,50	-0,20	-0,30	-0,50	-0,60	0,33	-0,50	-0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,33
ST	0,24	0,13	-0,10	0,09	0,25	0,01	-0,40	-0,40	-0,10	0,12	0,31	0,05	0,75	0,30	0,66	0,56	-0,20	0,29	0,14
TURB	0,87	0,52	0,07	-0,10	-0,10	0,00	0,34	0,34	0,40	0,11	0,18	0,17	-0,20	0,23	0,25	0,32	0,29	0,50	0,23
CONDU	-0,80	-0,50	0,26	-0,20	0,40	0,16	-0,10	-0,10	-0,10	-0,40	-0,40	-0,20	0,72	0,48	-0,10	0,00	-0,60	-0,40	-0,11

TABELA 45 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM A TEMPERATURA AMBIENTE

PONTO PARÂM.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,83	1,00	0,94	0,93	0,92	0,85	0,95	0,96	0,93	0,94	0,93	0,70	0,88	0,83	0,93	0,82	0,95	0,93	0,90
CLOR	-0,19	0,30	0,12	-0,30	-0,50	0,06	-0,40	0,00	-0,10	-0,50	-0,50	-0,50	-0,20	0,00	0,22	-0,20	-0,60	-0,30	-0,20
COLIF_FE	0,47	0,20	-0,20	0,06	0,21	0,43	0,10	0,20	-0,20	0,17	0,12	-0,90	0,26	-0,10	-0,50	-0,10	-0,50	0,28	0,00
COLIF_T	0,17	-0,10	0,13	0,11	0,21	0,16	-0,10	0,42	0,31	0,05	0,49	-0,20	-0,30	-0,60	0,15	-0,20	-0,40	0,23	0,03
COR	-0,13	0,34	0,41	0,05	0,19	0,00	0,43	0,20	0,46	0,24	0,37	-0,50	-0,40	0,63	0,22	0,18	0,43	0,43	0,20
DBO	0,25	0,04	0,05	0,18	-0,10	-0,10	0,29	0,01	0,16	0,29	0,35	0,84	0,50	-0,20	0,31	0,15	-0,10	-0,20	0,15
DQO	0,25	0,12	0,09	0,00	0,29	0,11	0,26	-0,20	0,28	0,32	0,76	0,63	0,78	0,46	0,49	0,44	0,00	0,00	0,28
PT	0,00	-0,30	0,00	-0,20	0,41	0,37	-0,50	0,00	0,09	-0,20	0,00	0,00	0,64	-0,30	0,00	0,00	0,00	-0,30	-0,03
NT	0,32	-0,50	-0,20	-0,20	0,27	0,00	-0,50	0,06	0,35	-0,20	0,43	0,58	0,65	0,67	-0,20	-0,40	-0,40	0,18	0,06
OD	-0,69	-0,50	-0,40	0,06	-0,70	0,07	0,00	-0,80	-0,60	-0,60	-0,40	-0,70	-0,70	-0,50	-0,60	-0,60	-0,90	-0,90	-0,53
pH	-0,12	-0,40	-0,50	-0,20	-0,10	-0,20	-0,40	0,07	-0,10	-0,40	-0,40	-0,20	0,44	-0,40	-0,70	-0,20	-0,10	-0,20	-0,22
ST	0,35	0,05	-0,40	-0,10	0,12	0,24	-0,50	-0,30	-0,10	0,00	0,16	0,30	0,45	0,00	0,70	0,43	-0,10	0,21	0,08
TURB	0,71	0,51	0,18	0,00	0,12	-0,10	0,40	0,14	0,38	0,16	0,05	-0,40	-0,30	0,36	0,36	0,26	0,25	0,50	0,20
CONDU	-0,80	-0,60	0,07	-0,30	0,21	0,18	-0,30	-0,60	-0,40	-0,50	-0,40	0,08	0,65	0,34	-0,30	-0,30	-0,60	-0,40	-0,22

TABELA 46 - CORRELAÇÕES DE TODOS OS PARÂMETROS COM O pH

<div>PONTOS</div> <div>PARÂMETROS.</div>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	MÉDIA
T_AG	0,16	-0,40	-0,60	-0,20	-0,40	-0,40	-0,50	0,10	-0,20	-0,30	-0,50	-0,60	0,33	-0,50	-0,70	-0,20	-0,20	-0,30	-0,30
T_AMB	-0,12	-0,40	-0,50	-0,20	-0,10	-0,20	-0,40	0,07	-0,10	-0,40	-0,40	-0,20	0,44	-0,40	-0,70	-0,20	-0,10	-0,20	-0,22
CLOR	0,85	0,25	-0,70	-0,10	-0,30	-0,30	0,61	-0,20	-0,50	0,21	0,75	0,64	0,45	-0,10	-0,30	-0,40	0,00	-0,20	0,04
COLIF_FE	-0,32	0,36	0,16	-0,30	-0,10	0,56	-0,50	-0,20	-0,20	-0,30	0,00	-0,30	0,18	-0,10	0,12	0,11	0,30	0,48	-0,01
COLIF_T	-0,21	0,15	-0,10	0,00	-0,10	-0,30	-0,50	0,02	0,00	-0,10	-0,50	-0,70	0,46	0,31	-0,20	0,29	0,00	0,03	-0,09
COR	0,67	0,06	-0,10	0,25	0,19	0,06	-0,20	-0,10	-0,30	-0,40	-0,80	-0,70	-0,60	-0,30	0,27	0,00	0,05	-0,40	-0,12
DBO	-0,73	-0,40	-0,10	-0,40	0,57	0,23	0,08	0,13	0,26	-0,10	-0,10	-0,70	0,15	0,40	0,16	0,17	-0,60	-0,40	-0,08
DQO	-0,81	-0,50	-0,20	-0,10	0,62	0,25	0,25	0,06	-0,10	-0,20	-0,50	-0,30	0,01	0,03	0,00	-0,30	-0,20	-0,40	-0,13
PT	0,00	0,16	-0,40	-0,10	0,58	0,34	0,07	0,00	-0,30	-0,10	0,00	0,00	0,48	-0,30	0,00	0,00	-0,40	0,11	0,01
NT	-0,19	0,12	-0,30	-0,20	0,33	-0,30	0,08	0,01	-0,30	0,04	0,25	0,28	0,40	-0,10	0,32	0,12	-0,10	-0,10	0,02
OD	-0,21	0,18	0,58	-0,10	0,43	0,08	0,02	-0,20	0,45	0,41	0,46	0,77	-0,30	0,00	0,44	0,11	-0,10	0,14	0,18
ST	-0,36	0,13	-0,20	0,29	-0,60	-0,40	0,09	0,04	-0,50	-0,20	-0,10	-0,20	0,48	0,19	-0,50	-0,20	0,52	-0,10	-0,08
TURB	-0,36	0,00	-0,30	0,31	0,23	0,10	-0,10	-0,30	-0,40	-0,50	-0,40	-0,50	-0,40	-0,30	0,11	0,00	0,11	-0,30	-0,16
CONDUT	0,01	0,32	-0,70	-0,10	-0,50	-0,30	0,00	-0,20	-0,50	0,19	0,79	-0,50	0,59	-0,10	0,13	-0,20	0,10	0,00	-0,05

APÊNDICE 2 - MÉTODO DA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA ÁGUA POR SISTEMA DE PONDERAÇÃO

Aspectos Gerais:

Deve-se ter um histórico de resultados do parâmetro que se deseja analisar, para uma dada área, ou rio, ou seja, dispor de um bom número de análises. Assim, para o conjunto de resultados de cada parâmetro analisado, toma-se o valor máximo e o mínimo. A diferença entre esses, divide-se por 10. O resultado obtido é o intervalo usado para construir uma escala crescente ou decrescente, conforme a interpretação do parâmetro em análise. Cada intervalo dessa escala recebe uma ponderação, ou “nota”, de 0 a 10. Os critérios e considerações para a elaboração da mesma já foram estabelecidos nos parágrafos 2.6.3 e 6.3 apresentados.

No presente estudo, foi construída uma escala para cada parâmetro. O valor médio obtido de cada um foi posicionado na respectiva escala. Inicialmente fez-se o procedimento para cada trecho (ponto de coleta) e depois para o rio como um todo. Somando-se os resultados da ponderação de todos os parâmetros tem-se a qualidade da água em análise.

Uma vez disponível a escala do parâmetro, para um dado trecho do rio, ou para o próprio corpo hídrico, qualquer valor mostrado, ocupará um lugar na mesma, definindo a sua “nota”, ou ponderação, e será uma forma de avaliar sua qualidade.

Exemplo de aplicação do método

Considere-se para exemplificar o ponto P8, do rio Itoupava e seus resultados já apresentados e a tabela 49 seguinte.

Tomando-se como exemplo o parâmetro Temperatura da Água. Usando-se todos os dados dessa análise para as águas da região, tem-se os valores: máximo de 29,8 °C e mínimo de 8,8 °C. A diferença entre tais valores é 21,0 °C é dividida por dez. Constrói-se uma escala (que vai de 29,8 °C a 8,8 °C), com dez intervalos de 2,1 °C, crescentes. Cada intervalo é ponderado, com valores de 0 a 10. O valor médio da temperatura da água apresentado pelo P8 foi de 20°C. Nessa escala geral de

temperatura das águas estipulada esse valor se situa no intervalo entre 19 a 21 °C, ou seja, tem peso igual a 5.

Repetindo-se o processo para cada parâmetro e somando-se as “notas” obtidas para cada um, conclui-se que P8 tem uma ponderação igual a 118. Comparando-se os valores obtidos das ponderações entre os diferentes pontos de amostragem, ou corpos receptores, pode-se estabelecer os de melhor ou pior qualidade.

No caso, foram treze os parâmetros considerados e, portanto, o valor máximo dessa ponderação seria 130 e significaria uma água com qualidade impecável.

TABELA 49 - AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE UMA ÁGUA POR SISTEMA DE PONDERAÇÃO

continua																		
PARÂM	UNIDADE.	>	<	Dife-	Inter-	PONDERAÇÃO											PONTOS	
		Valor	Valor.	rença	valo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
TAG		29,8	8,8	21	2,1	30	28	26	24	21	19	17	15	13	11	8,8	5	
Méd. P8	°C	20																
Cor		590	8	582	58,2	590	532	474	415	357	299	241	183	124	66	8		
Méd. P8	Pt/Co																46	10
Turb		109	0,6	108	10,8	109	98	87	77	66	55	44	33	23	12	1,0		
Méd. P8	UNT																6,3	10
ST		535	20	515	51,5	535	484	432	381	329	278	226	175	123	72	20		
Méd. P8	mg/L																121	9
Cloretos		89,3	1,03	88,2	8,8	89	80	72	63	54	45	36	28	19	10	1,3		
Méd. P8	mg/L																4,2	10
DBO		48	1	47	4,7	47	42	38	33	28	24	19	14	9,4	4,7	0,0		
Méd. P8	mg/L																9,4	8
DQO		75	5	70	7	75	68	61	54	47	40	33	26	19	12	5		
Méd. P8	mg/L																19	9
Nt		15,7	0,1	15,6	1,6	16	14	13	11	9,5	7,9	6,3	4,8	3,2	1,7	0,1		
Méd. P8	mg/L																1	10
Pt		3,94	0,1	3,93	0,4	3,9	3,6	3,2	2,8	2,4	2	1,6	1,3	0,9	0,5	0,1		
Méd. P8	mg/L																0,1	10
Colif. Tot.	UFC/100 mL	200	9.80	190	19	200	181	162	143	124	105	86	67	48	29	10		
Méd. P8	X 1000																25	10
Colif. Fec.	UFC/100 mL	154	4,1	150	15	154	139	124	109	94	79	64	49	34	19	4,1		
Méd. P8	X 1000																11	10

continua

																	conclusão
PARÂM.	UNIDADE	>	<	Dife-	Inter-	PONDERAÇÃO ¹											PONTOS
		Valor	Valor.	rença	valo	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
OD	mg/L	11	2,11	8,9	0,89	11	10	9,2	8,3	7,5	6,6	5,7	4,8	3,9	3	2,1	
Méd. P8										8,4							7

PARÂM.	UNIDADE	>	<	Dife-	Inter-	PONDERAÇÃO ³										PONTOS	
		Valor	Valor.	rença	Valo ²	0	2	4	6	8	10	8	6	4	2		0
pH		9,45	6,16		1,4	14	13	11	9,8	8,4	7	5,6	4,2	2,8	1,4	0	
Méd. P8											7,8						10

TOTAL																		118
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

(1) Peso dado aos teores de OD de forma decrescente.

(2) Intervalo considerado para uma divisão de cinco lacunas de 7 a 14 e 7 a 0, a maior ou menor respectivamente

(3) Peso dado aos valores de pH a partir do valor máximo central de pH=7, com ponderação igual a 10.

Ao se utilizar apenas treze parâmetros para fazer essa avaliação está-se, justamente, mostrando que é possível dispensar algum parâmetro sem que esse fato inviabilize a análise e o resultado obtido. Mesmo em se tratando de um importante como foi o caso da condutividade.

APÊNDICE 3 – TABELAS DE INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS DE BLUMENAU

TABELA 50 -ANÁLISE DE CULTURAS DE BLUMENAU E ENTORNO

Nº	CULTURA	ADUBO	ÉPOCA DE PLANTIO	TIPO DE CULTURA/MANEJO DO SOLO	PESTICIDAS/APLICAÇÃO	IRRIGAÇÃO
1	Tomate	NPK (2 ton /ha) Adubo orgânico ¹ (20 ton /ha)	Ano todo, preferentemente. abril a novembro	Estufa	<u>Fungicidas:</u> Funguram, Benlate, Cercubin, Ridomil-Mancozeb, Folpan, Manzate <u>Inseticidas:</u> Malation, Cefanol, Vertimec Furadan	Gotejamento com água de boa qualidade de nascente ou riacho (não é observado o índice de coliformes)
2	Pepino	NPK (2 ton/ha) Adubo orgânico ¹ (20 ton/ha)	Novembro a abril, ou seja, da primavera ao outono	Estufa = 10% Cultura Rasteira = 90%	<u>Fungicidas:</u> Funguram, Benlate, Cercubin, Ridomil-Mancozeb, Folpan, Manzate, Benlate	Quase não usa irrigação
3	Folhosas	Adubo orgânico ¹ Apenas complementado com NPK	Ano todo, de preferência não nos meses quentes	Canteiros abertos e canteiros com sombrite	<u>Fungicida:</u> Benlate	Gotejamento com água de boa qualidade de nascente ou riacho (não é observado o índice de coliformes)
4	Crucíferas (Repolho, couve-flor e brócolis)	NPK (2 ton /ha) Adubo orgânico (*) (20 ton/ha) NPK (2 ton/ha)	Abril a dezembro	Canteiros	<u>Fungicida:</u> Funguram, <u>Inseticida:</u> Malation e Decis <u>Fungicida:</u> Cercubin <u>Herbicida:</u> Afalon/Linuron	
	Beterraba e cenoura	Adubo orgânico ¹ (20 ton / ha)				
5	Morango	NPK (2 ton/ha) Adubo orgânico ¹ (20 ton/ha)	Abril a setembro, ou do outono ao inverno	Canteiro coberto = 50% Canteiro = 50% (Cultura pequena)	<u>Fungicida:</u> Benlate, Funguran, Manzate e Folpan <u>Inseticida:</u> Decis e Vertimec <u>Inseticida:</u> Cefanol (ORGANOFOSFORADOS) <u>Herbicida:</u> Triamex (5 a 7 l / há)	Gotejamento com água de boa qualidade de nascente ou riacho (não é observado o índice de coliformes)
6	Milho	NPK, Uréia (300 kg/ha) Adubo orgânico ¹	Agosto a janeiro	Lavoura		Não faz irrigação
7	Arroz	NPK	Outubro a novembro	Lavoura		
8	Pastagens	Não utiliza adubação	-	-	<u>Herbicida:</u> Tordon, DMA e Roundup	-

FONTE: EPAGRI (PRESTES, 2001; PRESSER, 2001)

(1) Cama de aviário, esterco de gado precisa ser de fonte selecionada: pastagem do gado sem Tordon ou outro herbicida. (geralmente de gado confinado).

TABELA 51 - PRINCIPAIS FUNGICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU –SC

Nº	NOME COMERCIAL E OUTROS NOMES	FABRICANTE	PRINCIPIO ATIVO	CONC. (%) ¹	EFEITOS	PERICULOSIDADE			CULTURA QUE UTILIZA
						HOMEM	ANIMAIS	MEIO AMBIENTE	
1	Manzate 800	DU PONT	Mancozebe –Ditio-Carbamato Etileno Bis-Ditiocarbamato de Mn e Zn	80	Câncer Corrosivo	Perigoso			Tomate, pepino e morango
2	Ridomil-Mancozeb Pm		Metalaxil + Mancozeb Metil-D, L, N-(2,6-Dimetil-fenil)-N (2-Metoxilacetil)	100 + 480					Tomate e pepino
3	Funguram 350 Pm	Guilini Inds. Químs.- Socorro SP	Oxicloreto De Cu, a Base de Cu; Grupo Químico: Cúprico ²	58,8	Corrosivo	Pouco tóxico	Pouco tóxico	Perigoso	Tomate, pepino crucíferas e morango
4	Benlate	DU PONT	Benomyl- Benzimidazol, Metil-1-Butilcarbamil-2-Benzimidazolcarbamato	50		Pouco tóxico	Pouco tóxico		Tomate, pepino folhosas e morango

FONTE: Programa Agro Fit 98 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 2001).

(1) Concentração do produto

(2) substitui o uso de CuSO₄ (calda Bordalesa)

TABELA 52 - PRINCIPAIS INSETICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU

Nº	NOME COMERCIAL E OUTROS NOMES	FABRICANTE	PRINCIPIO ATIVO	CONC. (%) ¹	EFEITOS	PERICULOSIDADE			CULTURA QUE UTILIZA
						HOMEM	ANIMAIS	MEIO AMBIENTE	
1	Malation	Cheminova	0,0-Dimetil-Difosfato-Dietil-Mercaptosuccinato Organo-fosforado	-		Média	Média	Produto Perigoso	Tomate Crucíferas
2	Cefanol Nokko, Orthene ou similar	Sipcam Agro- Sp Acephate	Organo-fosforado 0,5-Dimetil-N-Acetil- Fosforamidotoato	75	Inseticida E Acaricida				Tomate Milho
3	Decis 25 Ce	Aventis Hoescht	Piretróide sintético S-Alfa-Ciano-M-Fenocibenzil- (1r, 2 r)	25	Produto Altamente Perigoso ²	Perigoso	Perigoso	Perigoso	Crucíferas Morango
4	Vertimec 18 Abamection	Merck Sharp e Dohme	Piretróide + Moderno ³	18	Acaricida	Médio	Médio	Muito Perigoso	Tomate Morango Hortalças
5	Gastoxin ⁴	Casa S. Bernardo S. Vicente SP	Fosfeto de Alumínio- Fosfetometálico	57	Fumigante de celeiros e sementes	Super Perigoso	Super Perigoso	Extremamente tóxico	

FONTE: Programa Agro Fit 98 (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 2001) .

(1) Concentração do produto

(2) Utilizado como mata-mosquito/mosca (Lindano)

(3) Ivomec, utilizado na pecuária, tem o mesmo princípio

(4) Pastilhas: usado para fumigação

TABELA 53- PRINCIPAIS HERBICIDAS UTILIZADOS EM CULTIVOS NA REGIÃO DE BLUMENAU

Nº	NOME COMERCIAL E OUTROS NOMES	FABRICANTE	PRINCIPIO ATIVO	CONC. (%) ¹	EFEITOS	PERICULOSIDADE			CULTURA QUE UTILIZA
						HOMEM	ANIMAIS	MEIO AMBIENTE	
1	Roundup/Glifosate/Glifos in ²	Monsanto	Sal De Siopropilamina De N-Fasfometil –Glicina	40		Pouco	Pouco	Tóxico	Jardins, ruas arruamentos
2	DMA 806 Br	Dow Elanco Atanor S/A	Fenoxiacéticos hormonal	80,6	Hormonal	Muito Tóxico	Muito Tóxico	Muito Tóxico	Pastagem, junto Com Roundup
3	Furadan Carbofuran	Fmc Do Brasil Uberaba Mg	2,3-Dihidro 2,2 Dimetil-7-Benzofuranil-N-Metil Carbamato C12 H15 No3	50		Extrem .Tóxico	Extrem. Tóxico	Extrem. Tóxico	Arroz, tomate e fumo
4	Tordon 2,4-D64/240 Br	Dow Elanco	Fenoxiacético + derivado Ácido Picolínico	40,6 + 10,3	Residual ²				Mata-mato para pastagens
5	Triamex 500 Sc		Atrazina + Triazina	25,0 + 25,0		Pouco	Pouco	Pouco	Milho
6	Afalon/L Linuron		Uréia-Diclorofenil-1-Metoxi	50		Medio	Médio	Médio	Cenoura

FONTES: Programa Agro Fit 98 (MINISTÉRO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 2001) (PRESSER, 2001).

(1) Concentração do produto

(2) Permanece por 8 anos ou mais nas pastagens

ANEXO - CLASSIFICAÇÃO DE VENTOS CONFORME ESCALA DE BEAUFORT

Os boletins meteorológicos do IPA utilizados (FURB, 2002; FURB, 2003) obedecem à escala de Beaufort, como seja:

- C - Calmos (ausência de ventos)
- 1 - Aragem (Ventos com velocidade <7,0 km/h)
- 2 - Brisa ligeira (7 a 12 km/h)
- 3 - Brisa suave (13 a 18 km/h)
- 4- Moderado (19 a 26 km/h)
- 5 - Fraco (27 a 35 km/h)
- 6 - Forte (36 a 44 km/h)
- 7 - Tempestade moderada (45 a 55 km/h)
- 8 - Tempestade (56 a 66 km/h)
- 9 - Tempestade forte (67 a 77 km/h)
- 10 - Tempestade total (7 a 90 km/h)